# FORMOLE ATOMISTICHE

E

# TIPI CHIMICI

---

## ALCUNE NOZIONI ELEMENTARI

PREMESSE

## AL CORSO DI CHIMICA ORGANICA

per l' anno 1862-63

**DAL PROF. PIETRO PIAZZA**

NELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

BOLOGNA

Stabilimento Tip. di G. Monti

1862.

# FORMOLE ATOMISTICHE

E

# TIPI CHIMICI

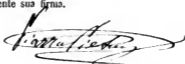
ALCUNE NOZIONI ELEMENTARI

PREMESSE

AL CORSO DI CHIMICA ORGANICA

per l'anno 1862-63

DAL PROF. PIETRO PIAZZA

NELLA R. UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

BOLOGNA
Stabilimento Tipografico di G. Monti.
*1862.*

N. B. L'Autore dichiara contrafatti gli esemplari di questo lavoro, cui manchi la seguente sua firma.

# AVVERTIMENTO

*Mi sono indotto a pubblicare queste* Nozioni elementari di Chimica generale, *premesse al mio corso di Chimica Organica in quest' Anno scolastico, per porre nelle mani degli studenti un sunto delle idee fondamentali, le più accreditate in oggi dalla Scienza, e le quali perciò devono servire di guida necessaria nello svolgimento della parte che più direttamente mi spetta, ossia la Chimica Organica.*

*L' unico motivo per cui mi sono determinato a questo si è, perchè mi è parso che in Italia, e forse anche altrove, manchi pel bisogno d' un corso pubblico un compendio elementare, che ci presenti le principali vedute filosofiche generali e prevalenti della Chimica odierna, stabilite principalmente pei lavori di Dumas, Laurent, Regnault, Williamson, Gehrardt, Wurtz, Cahours, Hoffmann, Liebig, Piria, Canizzaro ed altri; le svolga alquanto nello spirito razionale che le informa; ne addimostri gli*

*stretti rapporti che legano le une alle altre, non che l'unità che le abbraccia; e ne porga all'evidenza le grandi applicazioni, che nell'interesse vero della Scienza pura ne sono derivate.*

*Di tutto ciò non ho dato che un sunto molto ristretto, come lo comportavano le mie forze, e l'uso a cui l'ho destinato; proponendomi di riportare, ove crederò più opportuno nel mio Corso, i cenni su quanto non ho trattato nel presente lavoro. Ad ogni modo avrò di già raggiunto ad esuberanza il mio scopo, se, col poco che ho fatto, potrò riescire di qualche utilità a coloro che s' iniziano nella Scienza, e determinare altri più degni di me a trattare estesamente questo tema, come difficile altrettanto importante.*

*Bologna Dicembre 1862.*

**PIETRO PIAZZA.**

# PARTE PRIMA

La *Chimica* nell'ordine puramente scientifico, è *una sola* sia che si occupi dei corpi tratti dal Regno Organico, come di quelli provenienti dall'Inorganico. Questa grande verità venne portata nella sua piena evidenza dalla Chimica moderna, al punto tale, che oggi è scomparsa la barriera assoluta che divideva in Minerale, ed in Organica, questa Scienza.

Le leggi fondamentali che governano le azioni chimiche sui corpi inorganici, e negli organici, sono le stesse; e quindi le idee che esprimono *la struttura molecolare e il meccanismo della reazione, nei primi*, sono esattamente applicabili anche *ai secondi*. Se oggi la partizione della Chimica prosegue ad essere accettata, ciò è solo con riserva, e in senso categorico o artificiale, per rispetto alla grande estensione dell'una e dell'altra materia, e, se si vuole, anche in senso relativo, riferibile ad una certa fisonomia particolare che, in complesso e di confronto, presentano fra loro i corpi minerali e gli organici, principalmente nell'obbedire alle leggi comuni che presiedono alle loro rispettive trasformazioni chimiche.

Ora, dietro queste premesse, stimo opportuno, prima di dare principio al mio corso di Chimica Organica, esporre un sunto delle vedute generali, oggi le più accreditate nella Scienza, in argomento alla *struttura molecolare dei Corpi*, *al meccanismo della reazione*, *e alle basi della classificazione chimica odierna*. Perciò incomincieremo dal considerare *la prima parte*, entrando in proposito a parlare delle norme seguite oggigiorno per stabilire le formole Chimiche.

La *formola chimica* deve soddisfare a due scopi: rappresentarci il fatto immutabile dei rapporti ponderali in cui avviene la combinazione, e farci conoscere il più che sia possibile il meccanismo naturale con cui questa si effettua; ciò che si raggiunge in gran parte indicando i corpi a norma *della loro rispettiva struttura atomica*, giacchè, nell' ordine naturale, la combinazione avviene fra gli atomi, come meglio apprenderemo in seguito; — così ad es. la formola dell'*acqua*, non solo ci deve indicare che l'*Idrogeno* e l'*Ossigeno* stanno fra loro come 1 : 8 in peso, ma ancora che il primo vi entra per due atomi, ed il secondo per uno solo $= H^2O$.

È per la conoscenza della costituzione atomica dei corpi, che possiamo darci meglio ragione delle varie reazioni che vogliamo studiare.

Sino dalla più remota antichità veniva ammesso che la materia sia formata da particelle dotate di estrema solidità, indivisibili, e perciò impenetrabili, e solo soggette a divisioni mentali. A queste ultime parti, o generatrici delle masse molecolari, si diè nome di *atomi*, e indifferentemente anche quello di *molecole*, e si ammetteva che fossero desse che la

Natura impiega alla formazione de' suoi prodotti, mantenendo così la costanza nel modo di essere della materia, e perciò l'essenza stessa delle cose, preservandone la loro riproduzione da quegli infiniti cambiamenti che convertirebbero in un caos il mondo fisico, quando la materia fosse divisibile all'infinito: — « *Dio ha fatto tutto con misura, numero e peso.* »

In seguito poi la scoperta della legge universale delle *proporzioni semplici e multiple*, che governano tutte le trasformazioni chimiche della materia, oltre all'aver mostrato coll'esperienza come in fatto la divisibilità dei corpi abbia dei limiti insormontabili, ha costretto a dover ammettere ancora, che tutte le azioni chimiche si effettuano appunto in quelle ultime particelle, o punti insecabili della materia, alle quali, come ho detto, si è dato indifferentemente il nome di *atomi o di molecole*, e i cui rispettivi *pesi* sono *diversi* a norma de' vari corpi a cui si riferiscono.

È inutile ch'io m'intrattenga a dimostrar loro che l'*equivalente chimico ponderale di un corpo*, esprime la quantità di quest'ultimo necessaria a combinarsi *con quello* preso per *unità di confronto* (Ossigene o Idrogene), e perciò col peso equivalente degli altri corpi. Di ciò li devo supporre abbastanza istruiti dietro lo studio, da essi percorso, della Chimica Minerale; quello che potrà meglio giovare allo scopo delle considerazioni che verrò sviluppando, sarà piuttosto d'avvertire fin d'ora che, quando i chimici hanno stabiliti i *numeri proporzionali, o pesi equivalenti*, non hanno considerato che il fatto complessivo della combinazione per rispetto alla quantità in cui si devono prendere i corpi per formare la loro prima combinazione, e perciò s'è fissato un termine di

confronto ( Ossigene = 100, ovvero Idrogene = 1 ), e si è detto *numero proporzionale, o peso equivalente, quella quantità in cui bisogna prendere ciascun elemento per formare la sua prima combinazione col termine di confronto convenuto.* — È così p. es. che si è stabilito che 8 è uguale al peso equivalente dell'Ossigene, 16 = a quello dello Solfo, 35,5 = a quello del Cloro ecc. appunto perchè ognuno di questi numeri rappresenta la quantità del rispettivo corpo, necessaria per combinarsi con *uno* in peso di Idrogene, fissato come termine di confronto, e fatto = 1.

Per essere poi conseguenti all'idea che la combinazione chimica avvenga soltanto fra le ultime particelle, o atomi dei corpi, si ammise, eziandio dalla maggior parte dei Chimici, che l'equivalente ponderale rappresentasse il relativo peso atomistico del corpo a cui si riferisce, e quindi fu usato come sinonimo di atomo, e si ammise pure che nelle variе riazioni chimiche *il peso equivalente stesso* del corpo libero, passasse inalterato da una combinazione all'altra; così ad es: essendo = 1 l'equivalente ponderale doll'Idrogeno, = 8 quello dell'Ossigeno, si è ritenuto che l'*aqua*, appunto perchè formata da 1 p. in peso del primo, o da 8 del secondo, si potesse considerare perciò come costituita da un atomo di ciascun suo componente, e che per conseguenza il *peso atomico* dell'Idrogeno, e quello dell'Ossigeno, stiano fra loro : : 1 : 8.

Ma esperienze posteriori provarono essere inesatto l'ammettere che *i pesi equivalenti, o numeri proporzionali, siano sempre l'espressione dell'ultima divisione della materia*, ossia che rappresentino anche il peso relativo dell'atomo: Questo

venne dimostrato ad evidenza per quei corpi che sono naturalmente gazzosi, o che possono artificialmente ridursi in tale stato. — Prendendone di ciascuno un peso equivalente, e osservandone poscia il rispettivo volume, nelle stesse condizioni di temperatura e di pressione, si è trovato per molti un fatto singolare, che ha guidato i Chimici a più rette considerazioni sulla costituzione molecolare dei corpi, dedotta a tutta prima dal solo peso equivalente.

Per rendere più chiaro il concetto di questi importanti risultati dell' esperienza, prenderò ad esame il volume occupato dai rispettivi pesi equivalenti dell'Idrogene-Cloro-Bromo-Iodo ed Ossigene, e da questi esempi, che potrei estendere a molti altri, ne dedurremo le conseguenze generali, che formano l' oggetto precipuo di queste nozioni preliminari. —

Nel caso dell' Idrogene, Cloro, e degli altri alogeni, si osserva che i pesi equivalenti di questi corpi presentano tutti *lo stesso volume*, ossia che l' Idrogene e gli alogeni hanno lo stesso *volume equivalente*, per cui possiamo anche dire, che questi corpi *si combinano fra loro a Volumi eguali.*

Intanto quando combiniamo 1 vol. di Idrogeno ( = 1 in peso equivalente ), con un vol. di Cloro, ( = 35,5 in peso equivalente ) si ottiene non già *un solo vol.* di gas acido Idroclorico, ma bensì *due vol.* di esso; ossia *il vol. del composto è doppio di quello occupato dal peso equivalente di ciascun suo componente.* — Ora, siccome in ciascuno di questi due volumi di acido Idroclorico, devono necessariamente trovarsi l' Idrogeno e il Cloro, siamo costretti a dover anche ammettere che *il peso equivalente* di ciascuno si è dovuto dividere *in due parti*, per produrre i due volumi di acido, ciascuno

dei quali perciò dev'essere formato da *un mezzo peso equivalente* o *mezzo volume* di Idrogene, e da *un mezzo equiv.* o *mezzo vol.* di Cloro. — Quello che si osserva studiando l'andamento della formazione dell' acido idroclorico, avviene pure per rispetto agli altri idracidi alogenici, e a moltissimi altri corpi.

Inoltre se l'equivalente fosse sempre eguale all' atomo, ne verrebbe ancora che la quantità d'Idrogene che sta combinata coll' equivalente d'Ossigene = 8, dovrebbe essere indivisibile in qualunque altra circostanza, ma invece l' esperienza ci dimostra tutto il contrario; Infatti noi possiamo colla corrente Voltaica decomporre completamente l'aqua, in Ossigene ed in Idrogene. Ora se sottraggo tutto l'Ossigene separato, e lo sostituisco con *un egual volume di Cloro*, nell'idea che questo possa in tal misura combinarsi *con tutto l'Idrogeno ottenuto libero*, troverò che si forma, è vero, dell' acido idroclorico, ma col sopravvanzo di un *mezzo volume di Idrogeno* allo stato libero; dunque in questo caso la quantità d'Idrogeno che stava unita con 8 in peso di Ossigeno nell'aqua, s'è divisa in due parti, una per formare acido Idroclorico, colla quantità impiegata di Cloro, (1 vol. = a quello dell'Ossigeno dell' acqua), e l'altra è rimasta libera. Da ciò saremo quindi costretti ad ammettere che l'equivalente dell' Idrogene, per rispetto all' equivalente = 8 di Ossigeno, non è l'ultima sua divisione materiale che si possa al presente realizzare.

Ora volendo ritenere che il peso equivalente, o numero proporzionale, indichi sempre il peso relativo dell' atomo, si vede bene, dietro gli esempi addotti, che saressimo forzati

ad ammettere ancora che in molti casi l' *atomo possa dividersi in due o più parti*, *e per lo meno in due*, ciò che sarebbe in piena contraddizione coll' idea che si deve avere dell'atomo = *parte indivisibile.*

In seguito dietro appunto a questi effetti prodotti dalle forze chimiche venne stabilito che: *non sempre l' equivalente chimico ordinario è uguale al peso relativo dell' atomo*, ma che anzi nel maggior numero dei casi *sarebbe dato dall' aggregazione di vari atomi*, per lo meno *di due*, nel qual caso si avrebbe *una molecola*; — sicchè dunque la *molecola sarebbe un aggregato di più atomi*, *indivisibile delle forze fisiche*, ma *divisibile per mezzo delle forze chimiche:* mentre *l' atomo rappresenta l' ultima divisione a cui possiamo ridurre la materia a mezzo delle forze chimiche odierne*.. Così ad esempio il peso equivalente ordinario dell' Idrogeno libero ( = 1 ) rappresenta un gruppo molecolare formato da due parti più piccole, o *atomi*: quando invece quello dell' Ossigeno ( = 8 ) corrisponderebbe all' atomo di questo corpo. — Per conseguenza la formola più razionale dell' aqua, nel senso della sua struttura atomica, sarà = $H^2O$. —

Essendo poi ammesso anche oggigiorno dalla scienza, che la combinazione chimica avvenga fra gli atomi, così la maggior parte dei chimici moderni, per essere coerenti ai fatti, ha stabilito che il termine di confronto, ( Idrogeno o Ossigeno) per determinare l' equivalente dei corpi, *si debba prendere in quella più piccola quantità di esso, la quale entra sempre intera in tutti gli altri composti*, ossia l' *atomo.*

Dietro questo nuovo punto di partenza per stabilire l' equivalente dei corpi, si vede chiaro, come in oggi non possa

più servire *per unità di confronto* l'equivalente ponderale dell'Idrogeno, dedotto complessivamente *dalla sua combinazione coll' Ossigeno nell' aqua*, nel qual caso la quantità dell'Idrogeno *non è la più piccola fra quelle che entrano nelle varie sue combinazioni*. Così ad es. è doppia di quella contenuta nella molecola dell'acido Idroclorico, Idrobromico ecc.

Ora, appunto perchè i pesi equivalenti ordinari, ragguagliati all'intera molecola d'Idrogene, spesso non ci rappresentano la *vera struttura atomica* dei corpi, oggi la maggior parte dei Chimici ha preferito di prendere per *unità di misura la mezza molecola di Idrogeno*, ossia il suo atomo, fatto in peso $= 1$, e non già $= 1/_2$, giacchè l'espressione frazionaria sarebbe incompatibile coll'idea che dobbiamo avere dell'*atomo* $=$ *parte indivisibile*.

Per tal modo è facile rilevare a tutta prima come si possano fra loro comparare ad un tempo il peso relativo dell'atomo d'un corpo semplice, e quello della sua molecola; per far ciò basta conoscere il numero d'atomi contenuti nella molecola libera: il peso di questa sarà un multiplo esatto di quello del suo atomo. Così facendo $= 1$ l'atomo dell'Idrogeno, il peso della sua molecola sarà $= 2$, giacchè la più piccola parte (atomo) alla quale è dato oggi ridurre per la forza chimica la molecola d'Idrogene, è rappresentata dalla sua metà. Per egual ragionamento si prova che il peso dell'atomo di Bromo è $= 80$, e quello della molecola $= 160$: che l'atomo di Cloro pesa 35,5 e la molecola 71 ecc. essendo la molecola di ciascuno formata di due atomi.

Intanto avendo oggi, per convenzione, raddoppiato sì il peso della molecola dell'Idrogeno ($= 2$) che quello del suo

atomo (= 1), è ben naturale che per mantenere i rapporti proporzionali, forniti dall'esperienza, si debbano anche raddoppiare i pesi molecolari e atomistici degli altri corpi, per non mettersi in opposizione alla legge invariabile che governa le combinazioni chimiche; che cioè, *i corpi si combinano sempre in quantità costanti e proporzionali ai rispettivi equivalenti.*

E sarà quindi facile il rilevare che i pesi equivalenti antichi, i quali veramente corrispondevano all'atomo, come ad esempio quello del Carbonio (= 6), Ossigeno (= 8), Solfo (= 16), Selenio (= 39,27), Telluro.(= 64,14), Mercurio (= 100) ecc. oggi vanno raddoppiati, mentre quelli che corrispondevano all'intera molecola di corpi aventi la stessa struttura atomica dell'Idrogeno, (come il Cloro, Bromo Iodo ecc. oggi è d'uopo considerarli come pesi dell'atomo rispettivo, appunto perchè *l'unità* nella *nuova notazione numerica*, non rappresenta più, come una volta, il peso della molecola intera dell'Idrogeno, ma invece quello del suo atomo, fatto = 1. Così: se il peso dell'atomo dell'Ossigeno era = 8, riferito al peso (= 1) dell'intera molecola d'Idrogene, è ben naturale che debba risultare relativamente doppio (= 16) quando si rapporti, come oggi, al peso della metà, o atomo della molecola d'Idrogeno; quando invece gli antichi equivalenti degli alogeni essendo formati ciascuno da due atomi, come lo era quello dell'Idrogeno, preso per unità di confronto e fatto = 1, oggi si dovrà raddoppiarli, avendo raddoppiato quest'ultimo (= 2); e perciò la metà d'ognuno di questi nuovi pesi molecolari, rappresenterà il peso del rispettivo atomo, appunto come 1 esprime, nella nuova notazione, il

peso atomico dell'Idrogeno. Cosi p. es. 35,5 antico peso dell'intera molecola (2 atomi) di Cloro, oggi addiverrà = 71, e quindi il primo, (antico peso equivalente) sarà il peso dell' atomo di questo corpo.

Una conseguenza molto importante, come vedremo, che deriva da tutte queste considerazioni, si è che la *vera formola dell' acqua, nel senso della sua struttura atomica*, è = $H^2O$ e non HO; e di più che *il suo peso equivalente, o peso molecolare*, dev' essere oggi espresso da 18 e non già da 9 come si faceva prima.

Che veramente poi sia questo il peso della molecola dell' aqua, ciò si dimostra in vari modi, ma principalmente coll' applicazione della nota legge, che cioè; *le densità di gas, tanto semplici, che composti, sono proporzionali ai rispettivi pesi molecolari.* — Ora prendiamo ad es. la densità del gas acido Idroclorico, di cui si conosce il peso molecolare. e confrontiamola con quella del vapor d'aqua. Guardando nelle tavole delle densità dei gaz, troviamo che quella del gas cloridrico è = 1,25 e l'altra del vapor aqueo = 0,62; di più sappiamo che il peso molecolare del primo è = 36,5; per cui avendo così tutti i dati necessari al calcolo, ci sarà facile, col gioco di una semplice proporzione, venire alla dimostrazione promessa. 1,25 : 0,62 : : 36,5 : x.... x = 18 = peso molecolare dell' acqua. — Egualmente se confrontiamo la densità del vapor d' aqua con quella dell' Ammoniaca gassosa = 0,58, il cui peso molecolare è = 17, avremo lo stesso risultato. Infatti 0,58 : 0,62 : : 17 : x..... x = 18, ecc.

Quelli che rappresentano l'aqua con HO, partono dall' erronea supposizione, che la molecola dell' acido Idroclorico, e

quella dell'aqua, contengano la medesima quantità di Idrogeno; e che perciò siano espresse dalle corrispondenti formole HCh e HO, facendo $H^2 = 1$, $Ch^2 = 35,5$, $O = 8$.

Ma se ciò fosse non si potrebbe intendere perchè, volendo nella molecola libera dell'aqua sostituire tutto l'Idrogeno col Potassio, od altri metalli, ne occorra di questi una quantità doppia, che nel caso di doverli impiegare per sostituire l'Idrogene dell'acido Idroclorico. — Tutto ciò si spiega facilmente quando si consideri che nell'acido Idroclorico, e idracidi analoghi, si trova *soltanto la metà dell'Idrogeno metallico contenuto nella molecola libera di aqua*, come può vedersi col seguente esempio

$$\underbrace{H^2O}_{\text{molec. di aqua}} + \underbrace{K^2}_{\text{2 at. o molec. di potassio}} = \underbrace{K^2O}_{\text{ossido di potassio}} + \underbrace{H^2}_{\text{molecola di idrogeno}}$$

$$\underbrace{HCh}_{\text{molec. d'acido idroclorico}} + \underbrace{K}_{\text{atomo di potassio}} = \underbrace{KCh}_{\text{cloruro di potassio}} + \underbrace{H}_{\text{atomo di idrogeno.}}$$

Dietro tutto quanto abbiamo detto sin qui, si spiega eziandio perchè in tutte le *formole antiche dei corpi organici*, stabilite facendo $C = 6$ e $O = 8$, ognuno di questi elementi, *vi si trovi indicato per un numero pari di equivalenti, nè mai per uno dispari*, come sarebbero O, $O^3$, $O^5$ ecc. — Infatti *la minima quantità di ossigeno* che entra sempre intera, sia nella sua molecola libera, che in quella dei composti, *è espressa da 16, ossia dall'atomo*. Ora volendo fare l'atomo dell'Ossigene $= 8$, come nell'antica notazione numerica,

era ben naturale che *questo elemento non dovesse mai figurare*, nelle formole de' corpi organici, *per una quantità minore* di $O^2$, ( $2 \times 8 = 16$, vero peso dell'atomo), o che non fosse un multiplo esatto di $O^2$, ossia un multiplo del vero atomo. — Invece nella nuova notazione, *il semplice simbolo* O *essendo fatto* $= 16$, s'intende bene come possa darsi il caso di vedere questo elemento rappresentato anche da numeri dispari nelle formole dei corpi organici.

Quello che ho detto per l'Ossigeno, vale eziandio pel Carbonio, per lo Solfo, e per tutti quei corpi semplici, il cui atomo va oggi raddoppiato.

Quantunque però il vero peso molecolare ( $= 18$ ) e la nuova formola dell'aqua ( $= H^2O$ ) fossero già stati stabiliti dall'esperienza, vari Chimici, pur riconoscendo una tale verità, hanno voluto ciò nullostante conservare per abitudine il valore 8 al simbolo O, e quindi indicare con $O^2$ il vero valore dell'atomo d'Ossigene ( $= 16$ ), e con $H^2O^2 = 18$ la formola dell'aqua. Ma siccome nello scrivere a questo modo l'atomo dell Ossigene potrebbe a tutta prima farlo credere divisibile dalle forze chimiche, così oggi si preferisce da tutti di rappresentare semplicemente con O l'atomo di questo elemento, raddoppiandone il valore numerico, cioè $= 16$ e per conseguenza la molecola dell'aqua è formulata da $H^2O$ — Inoltre, per evitare viemeglio ogni confusione che si potesse fare tra gli *antichi valori numerici* dei simboli, e *i nuovi*, oggi i chimici, seguendo la proposta di Wurtz, indicano questi ultimi tagliando con una linea trasversale il rispettivo simbolo; così p. e: il valore 16 dell'atomo di Ossigene si esprime con Θ; quello del Carbonio con $C = 12$; quello del Solfo con $S = 32$ ecc. e perciò la formola dell'aqua sarà $= H^2Θ$.

Una formola organica antica sarà, dietro ciò, sempre facile tradurla nella corrispondente moderna: a tal effetto basterà *dividere* per *due* i numeri apposti a quei simboli, che oggi hanno un valore doppio, come ad es. quelli del Carbonio, Ossigeno, Solfo ecc. e lasciare intatte le altre cifre che corrispondono al valore odierno del rispettivo atomo, o che in addietro venivano riferiti alla molecola, come sarebbe l'Idrogeno ($H^2$, fatto = 1), cifra che rappresenta esattamente il valore atomico addottato oggi per questo elemento.

Applichiamo questa regola generale ad un esempio semplicissimo, *l' alcole, o spirito di vino;* Questa sostanza organica vedremo a suo tempo che si ottiene facendo subire una particolare fermentazione (fermentazione alcolica) ai liquidi zuccherini. — La sua *formola antica* è = $C^4H^6O^2$ (1), e quindi quella corrispondente alla *nuova notazione numerica* sarebbe $C^2H^6O$ (2).

Una conseguenza importante ad accennarsi, e che doveva naturalmente derivare dal rappresentare la molecola dell' acqua con HO (O=8) si era che *tutti gli Idrati* (acidi, o basici), si consideravano come una combinazione *d' un acido o d' una base anidri, con una molecola d' acqua;* Per es. l' *idrato di Potassa* era ritenuto quale unione chimica dell' aqua, coll' ossido anidro di Potassio, e perciò la sua formola razionale si faceva = KO + HO,

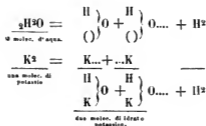
Niente di più facile che dimostrare l' erroneità di questa veduta. Infatti: l' analisi ha provato che un tale composto

(1) C = 6, $H^2$ = 1, O = 8.
(2) C = 12, H = 1, O = 16.

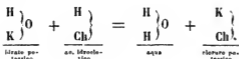
contiene in complesso soltanto 16 p. di Ossigeno sopra 39 di Potassio ed 1 di Idrogeno. Ora questa quantità di Ossigeno risponde precisamente al peso del suo atomo; e quindi, o ammettere che quest' ultimo si divida in due parti, per formare l'ossido di Potassio da un lato, e dall'altro l'aqua, supposti combinati; ma questa idea non è accettabile, perchè l'atomo è una quantità indivisibile dalle azioni chimiche; oppure ritenere che l'Idrato di Potassa formi non un *edifizio doppio*, ma bensì un *gruppo unico*, costituito da *un atomo di Potassio, uno di Idrogeno, e uno di Ossigeno*, la quale interpretazione, rispettando l' indivisibilità dell'atomo, è perciò preferibile; tutt' al più, nel senso razionale, potremo considerare *l'idrato di Potassa come Aqua, nella quale un atomo di Idrogeno è sostituito da uno di Potassio*; infatti trattando l'aqua col metallo alcalino ha luogo una riazione di questa natura, e che possiamo rappresentarci nel modo seguente;

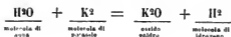
$$\underbrace{{}_2H^2O}_{\text{2 molec. d'aqua.}} = \left.\begin{matrix}H\\O\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\O\end{matrix}\right\}O\ldots + H^2$$

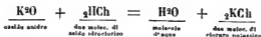
$$\underbrace{K^2}_{\text{una molec. di potassio}} = \underline{K\ldots} + \underline{\ldots K} \qquad \underline{\phantom{H^2}}$$

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}O + \left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}O\ldots}_{\text{due molec. di idrato potassico.}} + H^2$$

Di più trattando l'*Idrato* con acido *Idroclorico*, possiamo riottener l'*aqua*, restituendole così l'idrogene perduto,

nel medesimo tempo che si forma una molecola di *Cloruro di Potassio.*

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}H\\K\end{matrix}\right\}O}_{\text{idrato potassico}} + \underbrace{\left.\begin{matrix}H\\Ch\end{matrix}\right\}}_{\text{ac. idroclorico}} = \underbrace{\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O}_{\text{aqua}} + \underbrace{\left.\begin{matrix}K\\Ch\end{matrix}\right\}}_{\text{cloruro potassico}}.$$

Dietro tale veduta scientifica, anche l'ossido anidro di Potassio $= K^2O$ verrebbe rapportato al tipo *aqua*, ammettendo in essa avvenuta la sostituzione di due atomi di Idrogeno, con altrettanto di Potassio, risultato che si può sempre ottenere trattando l'aqua con una quantità di Potassio doppia di quella necessaria per produrre l'Idrato:

$$\underbrace{H^2O}_{\text{molecola di aqua}} + \underbrace{K^2}_{\text{molecola di potassio}} = \underbrace{K^2O}_{\text{ossido anidro}} + \underbrace{H^2}_{\text{molecola di idrogeno}}$$

Come pure facendo reagire sopra l'ossido anidro un idracido, p. es. l'acido Idroclorico, si ottiene di nuovo la molecola di aqua con formazione contemporanea di 2 molecole di cloruro alcalino.

$$\underbrace{K^2O}_{\text{ossido anidro}} + \underbrace{{}_2HCh}_{\text{due molec. di acido idroclorico}} = \underbrace{H^2O}_{\text{molecole d'aqua}} + \underbrace{{}_2KCh}_{\text{due molec. di cloruro potassico}}$$

Dopo ciò è facile rilevare che mentre sarebbe errore l'ammettere la presenza della molecola intera dell'aqua negli idrati, si può però ritenere che invece contengano il residuo di

$H^2O$, ossia HO; Così, dietro questo concetto la formola KHO dell'idrato di Potassa verrebbe espressa da:

$$\underbrace{K}_{\text{atomo di potassio}} + \underbrace{HO}_{\text{residuo della molecola d' aqua}}$$

Nello sviluppo che daremo più avanti sull' argomento dei *tipi chimici*, apprenderemo meglio il carattere naturale, l' importanza, non che l' estensione di questi rapporti razionali, fra l' aqua e molti altri composti, sì minerali, che organici; Per ora ci basterà l'aver dimostrato che *non si può ammettere la presenza dell' aqua in un idrato*, ossia, che quest' ultimo ( basico o acido ) non si deve ritenere nel senso dualistico, come la combinazione di ossido od acido anidri, coll'aqua. Vedremo pure che tali critiche osservazioni si possono ripetere anche per quegli idrati, nei quali, per lo addietro, si ammetteva la presenza di due o più molecole di aqua, ma che oggi bisogna considerarle come altrettanti residui di essa $= nHO$.

A meglio provare che il peso molecolare dell' aqua è $= 18$ e non $= 9$, come nella notazione numerica ordinaria, l'ho voluto dedurre anche dalla *densità del suo vapore*; e siccome questo metodo sicuro, ha ricevuto estese applicazioni, principalmente in Chim. Org., così stimo utile intrattenermi alquanto sull' origine, e sviluppo dei fatti, e dello spirito scientifico, che condussero a stabilire la legge, sulla quale appoggia questo metodo stesso.

Chimici e Fisici vanno d' accordo nell'ammettere che i corpi aeriformi, *presi sotto lo stesso volume*, purchè nelle

stesse condizioni di temperatura e pressione, *contengano egual numero di particelle materiali o molecole.* A ciò furono condotti dal vedere l'uniforme dilatabilità e compressibilità dei gas, per l'azione del calore e della pressione.

Per rispetto al primo (calore) si ha che, volumi eguali di due o più gaz, ad es: Idrogeno, Ossigeno, gas ammoniaco, cloridrico etc. presi e misurati in pari condizioni di temperatura e pressione, se in seguito si riscaldano, o si raffreddano tutti di uno stesso grado, aumentano o diminuiscono di volume, come fanno i liquidi e i solidi; ma però colla differenza che, mentre in tutti questi ultimi la stessa temperatura determina nel volume un cambiamento diverso, da un corpo all'altro, invece il *coefficente di dilatazione*, e quello di restringimento dei gas, è per tutti uguale, non solo, ma è anche proporzionale per ogni grado ascendente, o discendente, di temperatura.

In quanto poi alla compressibilità dei corpi aeriformi si ha che, rimanendo costante per tutti la temperatura, il loro volume diminuisce della stessa quantità, per uno stesso grado di pressione.

Ora questi effetti sui gas, essendo affatto indipendenti dalla loro natura chimica, e densità, non si potrebbero intendere senza ammettere che, in eguali condizioni di temperatura e di pressione, *i corpi aeriformi contengano, sotto lo stesso volume, egual numero di particelle materiali, o molecole.*

Infatti, se fosse altrimenti, ne conseguirebbe che di due volumi eguali di gaz, si dovrebbe dilatar meno quello che contenesse un maggior numero di molecole, giacchè queste si troverebbero fra loro a minor distanza che quelle dell'altro

gaz, supposto averne un minor numero sotto lo stesso volume; in altri termini, nel primo caso, vi avrebbe meno spazio fra l'una e l'altra molecola, che nel secondo, e quindi meno dilatazione nel volume per uno stesso grado di calore.

Egualmente gli effetti arrecati dalla pressione sarebbero tanto più pronti e intensi in quel gaz, che a pari volume di un altro, contenesse però minor numero di molecole, nel qual caso vi sarebbe quindi fra l'una e l'altra maggior spazio o distanza, e da ciò *maggiore compressibilità*. Finalmente poi siccome le *molecole dei corpi gassosi* sono influenzate *soltanto dalla loro reciproca ripulsione*, e questa ne *varia col variare della distanza dei rispettivi centri molecolari*, così si è costretti ad ammettere che *volumi eguali di gaz*, presi nelle stesse condizioni di temperatura e pressione, non solo *contengono egual numero di molecole*, ma che inoltre *queste devono trovarsi* ad uguale distanza fra loro.

Intanto se in tali circostanze, volumi eguali di gas, racchiudono egual numero di molecole, è chiaro che, due volumi di uno stesso gas conterranno un *numero doppio di molec.* che il suo volume semplice, un volume *triplo* avrà un *numero triplo* di molec. ecc. per cui ne viene di conseguenza che, in eguali condizioni, *paragonando* e fra loro, e coi rispettivi prodotti, i *volumi gazzosi*, *o volumi equivalenti*, in cui i corpi si combinano, *val quanto paragonare il numero relativo delle loro molec.*, giacchè questo stesso numero, è sempre proporzionale al volume dei gaz. Così quando si dice che un vol. del corpo A, si combina con un vol. del corpo B, producendone *uno* di composto AB, si viene ad intendere inclu-

sivamente che anche un numero *n* di molec. di A, si è combinato con *n* molec. di B, per produrre *n* molecole del composto AB. Ora riducendo *n* al termine più semplice, l'*unità*, noi possiamo tradurre l'espressione *volume* in quella di *molecola*, e dire: una *molec. di A si combina con una di B, e ne risulta una del composto AB;* ossia che *il rapporto in volumi, esprime anche quello in molecole;* per cui se un volume è doppio di un altro, anche il numero delle sue molecole sarà doppio. Da ciò quindi resta addimostrato che alla parola *volume* si può sempre sostituire quella di *molecola*, e perciò anche nella legge di Gay-Lussac, sui volumi gassosi, potremo impiegare il vocabolo *molecola* invece di *volume*.

Queste considerazioni ci portano a dover rettificare una espressione usata in molte opere di Chimica per indicare la struttura molec. dei corpi allo stato gassoso, nel qual caso si ammette che questi, a volume eguale, racchiudano egual numero di *atomi*, e così l'*atomo* è fatto sinonimo di *volume*. Se ciò fosse veramente, allora non potrebbe mai avvenire che un volume di un gas, combinandosi con un volume di un altro gas, formasse due volumi di composto, perchè ritenuto il volume eguale all'atomo, si viene anche a supporre che il primo sia indivisibile; ma invece si osserva assai di spesso il contrario. Così ad es. un vol. di Idrogeno, combinandosi ad uno di Cloro produce 2 vol. di gas cloridrico, ognuno dei quali, dietro tale veduta risulterebbe così composto di mezz'atomo, o mezzo volume di Idrogeno, e di altrettanto di Cloro, ma ciò sarebbe in opposizione all'idea che si deve avere dell'atomo, = parte indivisibile =; ed è perciò che noi riferiremo sempre volumi eguali di gaz, *alla molec.* e

*non all'atomo*, il quale non si può determinare che studiando i vari composti, in cui entra un corpo, e prendendo *pel suo atomo* quella *minima quantità di esso, la quale entra sempre intera, tanto nella molec. libera del corpo semplice, che in quella de' suoi composti*. Così volendo considerare in sè stessa la *molec. libera* dell' *Idrogeno*, diremo che è rappresentata da *un solo volume*, che se poi la consideriamo relativamente ai vari composti che può formare, ossia sotto l'azione delle forze chimiche, noi vediamo che dessa è divisibile; e siccome la massima divisione che può subire, è sino ad oggi rappresentata da *due parti eguali*, così una di queste parti (mezza molec. o mezzo volume), sarà per noi quella quantità minima che entra sempre intera, sia nella molecola libera, come nei vari suoi composti, e perciò la chiameremo l'atomo dell'Idrogeno; per cui è soltanto nel senso relativo della massima divisione che può subire la molecola d'idrogeno per l'azione delle forze chimiche, ossia nel senso della sua struttura atomica, che il volume molecolare (= 1) di questo gas lo rappresentiamo colla formola $H^2 = HH$, ma non già, ripeto, che $H^2$ in questo caso debba indicare assolutamente due molec. o due volumi d' Idrogene. Che se poi nel progresso della scienza, nuovi fatti mostrassero che vi sono dei composti nei quali la minima quantità dell' Idrogeno risponda ad $\frac{1}{4}$ di quella contenuta nella sua intera molecola, allora divideremmo quest'ultima in quattro parti (4 atomi), e quindi la formola atomistica della molecola di Idrogene, (un volume) sarebbe allora espressa da $H^4 = HHHH$ (atomi): Quindi risulta che non si può, dietro l'esposto, dire a priori, che *volumi eguali di gaz contengano*

*egual numero di atomi*, ossia che *il volume, o molecola, sia eguale all' atomo*. Infatti mentre questo può accadere qualche volta, invece il più spesso troviamo che una molecola libera (1 vol.) è formata da 2, o più atomi, non solo, ma abbiamo persino che *la molecola di uno stesso elemento può contenere vario numero di atomi*, anche a seconda di particolari *stati allotropici*: così quella dell' Ossigeno ordinario è costituita da due atomi, quando invece quella dell'Ossigene ozonizzato ne contiene 8, o in altri termini *un* volume (1 molecola) del primo racchiude due atomi, e un egual vol. (molecola) del secondo è formato da 8 atomi del medesimo elemento. Lo stesso dicasi dello Solfo, la cui molecola presa al di sopra dei 1000°, è costituita da 2 atomi ($= S^2$) mentre chè lo è da 6 presa al di sotto dei 1000°. =

Ora, partendo da queste nozioni sulla struttura molecolare dei corpi aeriformi, ci sarà facile intendere *perchè dalla loro densità si possano dedurre i rispettivi pesi molecolari*. Infatti *se volumi eguali di gas*, presi nelle stesse condizioni di temperatura e pressione, *contengono egual numero di molecole*, è naturale che, in tali circostanze, *i pesi di queste molecole devono stare fra essi come le rispettive densità*, le quali non sono altro che *il peso a volume eguale*.

Da ciò si scorge come il metodo di stabilire i pesi molecolari, ricorrendo alla densità dei corpi aeriformi, sia ben fondato e sicuro.

Per far questo basta, in generale, *confrontare la densità trovata*, con *quella di un corpo di cui si conosca anche il peso molecolare*, come precisamente ho proceduto per rispetto al vapor d'aqua, confrontandone la sua densità, con quella

del gas Idroclorico, il cui peso molec. ci è noto. Communemente però a tale scopo *si compara la densità trovata d'un gas semplice, o composto, a quella conosciuta dell' Idrogeno*, ($=$ 0,069) scelto come unità di confronto anche pei pesi molecolari, e fatto perciò $= 2$. Cosi volendo trovare il peso molecolare dell' aqua, dirò: 0,069 : 0,62 : : 2 : x $=$ 18. Se volessi stabilire il peso molecolare dell' Ossigeno, la cui densità è $=$ 1,1056, direi: 0,069 : 1,1056 : : 2 : x $=$ 32. Infatti, come abbiamo visto, 32 è appunto il peso molecolare di questo gas.

Per poi viemmeglio mostrare come il metodo di dedurre i pesi molecolari dalle densità dei corpi gazzosi sia sicuro, basterà confrontarne i risultati con quelli ottenuti per altri mezzi egualmente esatti; e cosi prenderemo ad esame un acido organico, che sia anche volatile, p. es. l'*acido acetico* $= C^2H^4O^2$ (1). Sappiamo che il peso molecol. di un acido si può ottenere sostituendo il suo Idrogeno metallico, con un metallo, di cui sia noto il peso atomico, formando cosi un sale neutro, del quale in seguito si fa l'analisi centesimale. Con questi dati possiamo sempre, a mezzo di semplice proporzione, trovare il peso cercato dell' acido. Ora, attenendoci all' *ac. Acetico*, lo supporremo combinato coll' *Argento*, in modo da formare l'*acetato neutro d' Argento*, la cui composizione centesimale è rappresentata da 64,67 d' Argento, e da 35,33 di acido acetico: inoltre il peso atomico dell' argento è $=$ 108, quindi diremo:

64,67 : 35,33 : : 108 : x . . . . . . x $=$ 59,00.

(1) C $=$ 12; H $=$ 1; O $=$ 16.

A quest' ultima cifra poi bisogna aggiungere il peso ( = 1 ) dell' atomo d' Idrogeno metallico, che nel sale d' argento viene sostituito da un atomo di questo metallo; e così avremo, come equivalente molecolare dell' acido acetico, il numero 60, ricavato dall' analisi della sua combinazione salina.

Passiamo ora a dedurre il peso molecolare di quest' acido, dalla densità del suo vapore ( = 2,09 ) e troveremo che risulterà identico a quello ottenuto coll' altro metodo or' ora accennato. Infatti:

0,069 : 2,09 : : 2 : x ...... x = 60 = peso molec. dell' ac. Acetico.

Sicchè adunque anche procedendo per vie diverse, e sicure si giunge agli stessi risultati che si ottennero per mezzo delle densità dei vapori.

Ora, dietro i dati che occorrono per dedurre i pesi molecolari dalle densità gazzose, e dietro il modo col quale questi dati si devono disporre nel calcolo, noi potremo sempre ridurre la regola ad una formola generale, chiamando *d* la densità trovata, e P il peso molecolare cercato; e così avremo

$$P = \frac{d \times 2}{0,069.}$$

Prima di lasciare questo speciale importantissimo argomento, gioverà far notare come accennando al modo generale di procedere nel calcolo, abbiamo fatto il peso dell' Idrogeno = 2 (suo peso molecolare) e non già = 1; altrimenti il peso trovato si riferirebbe a quello di mezza molecola

d'Idrogeno, la qual cosa non sarebbe in armonia collo spirito scientifico da cui parte questo metodo. Infatti siccome le densità sono il peso sotto l'unità di volume, ne viene di conseguenza che anche quelle ~~cercate~~ ottenute dei gaz si devono rapportar sempre all'intero volume, ossia all'intera molecola, e non ad una frazione del corpo (Idrogene) scelto come unità di confronto pei pesi molecolari. — Volendo in questo calcolo fare il peso dell'Idrogeno = 1, allora avressimo il peso del suo atomo o mezza molec., non quello della sua intera molec. Ora se in tutti gli altri corpi il rapporto fra atomo e molec., si trovasse come nell'Idrogeno, ossia se le molecole di tutti i corpi fossero costituite di due atomi, come quella dell'Idrogeno, allora basterebbe raddoppiare il numero trovato, o valore di P, per avere il peso cercato della molecola; ma questo modo di procedere sarebbe tutto arbitrario, perchè, come sappiamo, non sempre le molecole dei vari corpi aeriformi contengono egual numero di atomi; Ma per alcuni la molecola sarebbe eguale all'atomo, come si osserva pel Mercurio. Ciò che pure dietro sottili ed accurate indagini risulterebbe doversi verificare anche per altri corpi, quando si potessero ridurre facilmente in vapore; così ad es. il Rame, Piombo, Magnesio, Zinco, Ferro, Bario ecc. — In altri casi la molec. si trova costituita da due atomi: così quella dell'Idrogeno, Cloro, Bromo, Iodo; Azoto, Fosforo, Potassio, Sodio, Argento, ecc. —

Finalmente pare ancora che *la molec. di uno stesso corpo semplice* possa contenere un numero diverso di atomi, a seconda *di certi stati allotropici.* Questo almeno si osserva, come ho già detto, per l'*Ossigene ordinario*, la cui molecola

è formata *di due atomi*, mentre che quello dell' *Ossigene ozonizzato* ne contiene *otto*. Egualmente la molecola dello *Solfo* scaldato *al di sopra* dei 1000° sarebbe formata *da due atomi*, quando invece *quella dello stesso elemento* scaldato *al di sotto* dei 1000° ne conterebbe *sei*.

Resta provato adunque che, *le densità dei corpi allo stato di gas, non possono dare che pesi molecolari*, e che quindi *il peso cercato col calcolo deve sempre riferirsi a quello dell' intera molecole del corpo scelto come termine di confronto*; per cui ricorrendo all' Idrogeno, come d' ordinario, bisogna rappresentarlo col suo peso molecolare = 2.

# PARTE SECONDA

Vediamo ora come si procede per *stabilire il peso atomico di un elemento.*

A far ciò è d'uopo *conoscere prima il peso molecolare di tutti o della maggior parte dei composti ov'è contenuto*, non che *la loro rispettiva composizione centesimale.* Allora si sceglie, come *peso del suo atomo, quella quantità più piccola che è contenuta, per un multiplo esatto, tanto nella molecola libera del corpo, che in quelle dei vari composti.* Così supponiamo di voler determinare il peso atomico dell'Idrogeno. Desso si combina cogli Alogeni, e forma gli acidi Idroclorico, Idrobromico ecc.

Fra essi consideriamo in modo più speciale l'acido Idroclorico, allo scopo di applicare questo metodo. Il suo peso molecolare è $= 36,5$, e la sua composizione centesimale $= 2,74$ di Idrogeno, e 97,26 di Cloro. Ora diremo:

$$\underbrace{100}_{\text{ac. Idroclorico}} : \underbrace{2,74}_{\text{Idrogeno}} :: \underbrace{36,5}_{\text{peso molecol. dell'acido Idroclorico}} : x \ldots\ldots x = 1,$$ ossia che nella

molecola di gas Cloridrico, la quantità di Idrogeno contenutavi è = 1. In tal guisa procedendo per rispetto agli altri idracidi suddetti, si troverebbe che la quantità dell'Idrogene, contenuta nella molecola di ciascuno, è uguale a quella che entra nell'acido Idroclorico. Esaminando per egual modo la composizione di altre combinazioni Idrogenate, si vedrebbe che, nella molecola dell'Aqua, *l' Idrogene* vi sta per *due* parti, in quella dell'Ammoniaca per 3, nell'Idrogene fosforato per 3, nell'Alcol per 6, nell'Eterene per 4, nell'Etere per 10, mentre, come sappiamo per altre considerazioni, nella sua molecola libera vi entra per 2 parti: ciò che meglio può scorgersi ponendo qui sott'occhio in un quadro apposito tutte queste accennate combinazioni dell'Idrogene

| Una molec. d'Acido Idroclorico | contiene | una parte d'Idrogeno | = 1 |
|---|---|---|---|
| » » Idrobromico | » | una » | = 1 |
| » » Idrojodico | » | una » | = 1 |
| » d'Ammoniaca | » | tre » | = 1 × 3 |
| » d'Idrogene Fosforato | » | tre » | = 1 × 3 |
| » di Alcole | » | sei » | = 1 × 6 |
| » di Eterene | » | quattro » | = 1 × 4 |
| » di Etere | » | dieci » | = 1 × 10 |
| » d'Idrogene libero | » | due » | = 1 × 2 |

Sicchè diressimo che *la quantità più piccola* d'Idrogene contenuta per multipli interi nei vari suoi composti, e nella stessa sua molecola libera, è = 1; e perciò si fisserebbe questo numero, come peso dell'atomo dell'Idrogene, com'è di fatto. Nella stessa guisa procedendo relativamente al Cloro, si troverebbe che la *più piccola quantità* di esso, contenuta

per multipli interi, sì nella sua molecola libera, che in quella de' suoi composti, è rappresentata da 35,5; e perciò questo numero sarebbe, com' è realmente, il peso atomico del Cloro; e così dicasi per trovar quello di tutti gli altri corpi semplici.

Dopo quanto s' è svolto, è facile rilevare come questo metodo può condurre eziandio *a determinare il numero degli atomi contenuti nella molecola*; nel qual caso basterà *dividere il peso di questa per quello trovato dell' atomo*, e così il prodotto rappresenterà il *numero degli atomi contenuti nella molecola libera di ciascun corpo semplice.* Quindi pel Cloro avremo $^{71}/_{35,5} = 2$, numero degli atomi di Cloro contenuti nella sua molecola; parimenti dividendo per 16, peso atomico dell' Ossigeno, il 32, peso della molecola, avremo 2, numero degli atomi di cui è costituita la molecola dell' Ossigene ecc.

Giunti a questo punto è bene avvertire ad un caso possibile, e che a tutta prima potrebbe sembrare molto strano, che cioè il peso atomistico, determinato per le descritte norme, risulti doppio di quello della rispettiva molecola, ciò che avrebbe dell' assurdo, nella supposizione che una molecola sia sempre composta da più atomi, almeno da due; ma invece abbiamo ancora *delle molecole*, le quali risulta da accurate indagini, *essere formate da un solo atomo.* Ora è in questa circostanza soltanto che si presenterà il caso accennato, e per poco lo consideriamo ne svanirà l' apparente stranezza. Infatti, in tale circostanza speciale, la molecola non essendo divisibile dalle forze chimiche, perchè uguale all' atomo, è ben naturale che il peso di essa, dedotto dall' unità di peso molecolare ($H^2 = 2$), debba poi risultare *relativamente doppio* quando si confronti col peso di mezza molecola (atomo) d' Idrogene.

Un esempio di ciò l'abbiamo nel *Mercurio;* il suo peso molecolare, tratto come al solito dalla densità di vapore, è espresso da 100. Ora appunto perchè è provato che atomo e molecola di Mercurio sono la stessa cosa, così questo numero 100 deve restare invariabile, ma però risulterà 200 *relativamente* al peso 1 dell'atomo d'Idrogene. Infatti esaminando vari composti, nei quali entra questo metallo, come sarebbero il *proto e il deuto cloruro*, il *proto e il deuto ioduro*, calcolando, come al solito la loro rispettiva composizione centesimale, e il loro peso molecolare, dedotto principalmente dalla densità gazzosa, non si ha mai per ciascuno di questi composti che il mercurio vi entri in una quantità minore di 200, mentre che questa dovrebbe invece trovarsi minore di 100, se la molecola del Mercurio fosse divisibile dalle azioni chimiche, ossia se fosse composta di più atomi, ed è perciò che il 200 viene ritenuto il peso atomico del Mercurio.

Questo risultato si trova in armonia anche colla nota *legge di Dulong e Petit sul calorico specifico degli atomi.* Per essa sappiamo che, *mentre i corpi sotto l'unità di peso, hanno fra loro diverse capacità pel calorico*, *invece gli Atomi di tutti i corpi hanno sensibilmente lo stesso calorico specifico.*

Qui le differenze che si osservano nel primo caso devono quindi derivare da ciò, che i vari corpi sotto lo stesso peso non contengono egual numero di atomi, altrimenti presenterebbero eguale capacità calorifica; e d'altra parte, siccome il peso atomistico dei vari corpi è diverso dall'uno all'altro, così ne verrà di conseguenza che il *numero degli atomi*, contenuti *nell' unità di peso*, sarà *in ragione inversa*

*del loro rispettivo peso*, e quindi anche il calorico specifico dei corpi, che è proporzionale al numero degli atomi, starà esso pure inversamente al peso di questi, per cui avviene di necessaria conseguenza che il *prodotto del calorico specifico dei vari corpi semplici pel loro peso atomico, è uguale per tutti*.

Ora tornando al peso atomico del mercurio, ne verrà che, applicando questa legge, se la cifra scelta 200, è la vera, dovremo avere lo stesso prodotto, che quello ottenuto impiegando il peso atomico *già ben stabilito* di altri corpi, ad es. del Iodo, o del Bromo; Infatti:

$$\underbrace{200}_{\text{atomo del mercurio}} \times \underbrace{0{,}03241}_{\text{calorico specif. del mercurio}} = 6{,}48200 \text{ sensibilmente uguale}$$

$$\text{a } \underbrace{80}_{\text{atomo del bromo}} \times \underbrace{0{,}08432}_{\text{suo calorico specifico}} = 6{,}74560, \text{ e a } \underbrace{127}_{\text{atomo del Iodo}} \times \underbrace{0{,}05412}_{\text{suo calorico specifico}} = 6{,}87324$$

Che veramente poi la quantità 200 di Mercurio, non sia divisibile in alcun modo, e passi inalterata anche nelle varie combinazioni si prova dietro l'altro fatto, che lo *stato di combinazione non cangia notevolmente la capacità calorifica degli atomi;* nel qual caso il calorico specifico della molecola *composta* sarà molto approssimativamente *proporzionale al numero degli atomi che contiene.*

Quest'ultima legge enunciata applichiamola a vari composti binari del Mercurio, così p. es. al Protocloruro: la composizione molecolare di questo composto, dedotta dalla densità

del suo vapore, risulta approssimativamente = 200 di Metallo, e 35,5 di Cloro; Ora se ognuna di queste due quantità corrisponde veramente soltanto ad un atomo, ne verrà di conseguenza, che *moltiplicando per la loro somma il calorico specifico del protocloruro di Mercurio* (= 0,05205) *dovremo avere una cifra doppia di quella* che esprime il calorico specifico dell'atomo di qualunque corpo semplice = in media da 6,5 a 6,6. Infatti

235,5 × 0,05205 = 12,25. Invece per rispetto alla molecola del bicloruro di Mercurio, contenendo dessa 71 (due at.) di cloro, sopra la stessa quantità di 200 di metallo, se moltiplichiamo il calorico specifico di questo composto (= 0,0689) pel suo peso molecolare 271, si ha per prodotto un *num. triplo* di quello del calorico specifico degli atomi elementari, 0,06889 × 271 = 18,66.

Se applicassimo la stessa considerazione al Protoioduro e al Deutoioduro di Mercurio si verrebbe a risultati analoghi, che cioè la più piccola quantità di Mercurio contenuta anche in ciascuno di questi composti è = 200, e perciò uguale all'atomo; questo almeno per riguardo a quei composti fino ad ora conosciuti.

E così queste considerazioni si trovano d'accordo con quanto avvertirono Dumas, e Gaudin, che cioè la molec. del Mercurio, a differenza di quella dell'Idrogeno, entra sempre intera nei vari composti che si conoscono; e quindi fu detta *Monoatomica* (fatta di un atomo) la molec. del Mercurio, a differenza di quella dell'Idrogeno che fu chiamata *Biatomica*. Vedremo però come queste espressioni dalla maggior parte dei chimici moderni vengano adottate sott'altro punto di vista.

Considerazioni analoghe hanno servito ad interpretare più rigorosamente la costituzione atomica di vari corpi semplici, e loro composti, nella presente impossibilità assoluta di desumerla direttamente dalla loro densità di vapore, che sino ad ora non si conosce. Il grado positivo a cui oggi è portato questo studio, si deve ad un nostro distinto Chimico vivente, il sig. Cannizzaro, dai lavori del quale ho attinta molta parte delle idee fondamentali di questi Preliminari al mio Corso di quest' anno. L' Autore considerando l' analogia che presentano i *due Cloruri di Rame*, con quelli di Mercurio, concepì l' idea della loro simile costituzione molecolare, e che quindi anche la molec. libera *del Rame*, sia, come quella di Mercurio, formata da un solo atomo fatto perciò = 63. Infatti: moltiplicando questo numero pel calorico specifico del Rame, si ha precisamente la solita cifra del calorico specifico degli atomi semplici

$$\underbrace{0{,}09515}_{\text{calorico specifico del rame}} \times \underbrace{63{,}00}_{\text{peso atomico del rame}} = 5{,}90 = 6:$$

Ora se *la formola del Protocloruro* è veramente eguale a Cu Ch (1), e non a $Cu^2$ Ch (2), come si ammette comunemente, ne verrà che moltiplicando il suo calorico specifico (= 0,13827) pel peso della sua molecola = 98,5, si dovrà avere un numero pressochè doppio di quello semplice, comune al calorico specifico di tutti gli atomi elementari. Infatti

(1) Cu = 63.
(2) Cu = 31,75.

0,13827 × 98,5 = 13,62 = 6,81 × 2; quando invece dovressimo ottenere un valore circa triplo di 6,6 (media del calorico specifico degli atomi). Dietro ciò adunque si rileva che il Protocloruro di Rame dev' essere formato da un atomo di metallo e da uno di cloro (Cu Ch), e non già da due del primo e uno del secondo ($Cu^2$ Ch), e perciò il suo deutocloruro dev' essere, come quello di Mercurio, rappresentato da un atomo di metallo. e due di cloro Cu $Ch^2$ = 134. — Intanto dal vedere l' analogia di composizione dei composti di Rame con quelli di Mercurio, pare potersi con molta probabilità ammettere, che, anche la molecola libera del Rame sia eguale all' atomo, sebbene però questo non si possa abbastanza affermare, perchè non si conosce la densità di vapore di questo metallo,

In questo punto l' Autore considera anche la combinazione dell' Oro, cogli Alogeni, nel qual caso può dare, con ciascuno, due composti; ed osserva che il Protocloruro bisogna considerarlo analogo al protocloruro di Mercurio, anche per la costituzione atomica, e quindi rappresentarlo colla formola AuCh, e non $Au^2$Ch, come viene indicato colla notazione antica. Difatto il peso atomistico dell' Oro, dedotto secondo la formola Au Ch, corrisponde alla legge sul calorico specifico degli atomi semplici

$$\underbrace{0,03244}_{\text{calorico specifico dell' oro}} \times \underbrace{196,36}_{\text{peso atomistico dell' oro}} = 6,369.$$

Dietro le stesse vedute, Canizzaro vien condotto ad interpretare

la costituzione atomica di vari altri cloruri; di Potassio, Sodio, Litio e Argento, ognuno dei quali, combinandosi cogli alogeni, produce un solo composto ben caratterizzato e definito. — Di nessuno di questi composti si conosce la densità di vapore, e quindi con precisione il rispettivo peso molecolare; per cui non abbiamo un mezzo diretto per precisare la loro struttura atomica. Intanto però la loro analogia col Protocloruro di Mercurio, e con quello di rame, e più specialmente il loro rispettivo calorico specifico molecolare, hanno portato l'Autore ad ammettere, con molto fondamento, che la molecola di ognuno di questi composti sia formata da un atomo di metallo, e da uno dell'Alogene. Esaminiamo p. es, il Cloruro di Potassio. Il peso atomistico del metallo è = 39; infatti, moltiplicando questo numero pel calorico specifico del metallo stesso, (= 0,169556) si ha la cifra del calorico specifico degli atomi semplici; 0,169556 × 39 = 6,61. Ora se la costituzione atomica del Cloruro di potassio, è veramente formata di un atomo di ciascun componente, ne verrà che il calorico specifico della sua molecola (= KCh = 74,5) sarà *doppio* di quello ordinario degli atomi semplici

$$\text{E in vero} \quad \underset{\substack{\text{calorico specifico} \\ \text{del} \\ \text{cloruro di potassio}}}{\underline{0{,}17295}} \times \underset{\substack{\text{peso della molec.} \\ \text{di} \\ \text{cloruro di potassio}}}{\underline{74{,}5}} = 12{,}88 = (6{,}44).^{2}$$

Così troveressimo per rispetto al Bromuro e Ioduro di Potassio, ed alle stesse combinazioni del Sodio, Litio, Argento, composti tutti che devono ritenersi formati da un atomo di metallo, e da uno di Alogeno.

Inoltre l' Autore, fondandosi sovra simili argomentazioni, si fa a dimostrare, con molto rigore di logica, che le prime, e per la massima parte uniche combinazioni del Bario, Calcio, Magnesio, Manganese, Ferro, Piombo, Platino, Stagno e Zinco, cogli Alogeni, hanno una costituzione molecolare simile a quella del Bicloruro di Mercurio; per modo tale che tutti questi composti si possono rappresentare colla formola generale $MR^2$, in cui $R^2$ si riferisce all'Alogene. Infatti il prodotto del calorico specifico di ognuno di questi compost , pel rispettivo peso molecolare, è *triplo* della solita notazione numerica (6,5 a 6,6) che rappresenta il calorico specifico degli atomi semplici.

Fra questi composti che abbiamo considerati partitamente, risulta dunque:

1. Che vi è *una categoria di cloruri, bromuri e ioduri metallici pressochè tutti formati dal primo ed unico grado di combinazione rispettiva*, e nei quali *un atomo* di metallo è unito con due del corpo Alogenico. — Così ad es. il Cloruro di Bario ($Ba\,Ch^2$) di Magnesio ($Mg\,Ch^2$), di Piombo ($Pb\,Ch^2$), di Zinco ($Zn\,Ch^2$) ecc.

2. Un' altra categoria di composti Alogenici binari risultanti tutti da un primo ed unico grado di combinazione, nei quali *un atomo di metallo è unito ad un solo atomo* dell'Alogeno, così il cloruro di Potassio ($KCh$), di Sodio ($Na\,Ch$), d' Argento ($Ag\,Ch$) ecc.

3. Finalmente un' altra categoria formata da due gradi distinti di combinazione; nel primo v' entra *un atomo di metallo ed uno del corpo alogenico*, p. es. $Hg\,Ch$, e nel secondo *lo stesso atomo di metallo e due dello stesso Alogene*; così $Hg\,Ch^2$.

Da ciò quindi si vede che volendo nella prima categoria sostituire l'atomo di Metallo con un altro metallo appartenente ai composti della seconda categoria, ne occorreranno di quest' ultimo, due atomi. Così ad es. nel Cloruro di Zinco, per rimpiazzare l' atomo del metallo, col Potassio, saranno necessari due atomi di questo; ciò che val quanto dire che *nelle combinazioni chimiche un atomo di Zinco vale per due atomi di Potassio.*

Ora questi rapporti atomistici si osserveranno egualmente se al corpo alogene si sostituisca l'Ossigene, lo Solfo, il Tellurio, o altro corpo qualunque, per modo tale che p. es. la quantità di Ossigene la quale satura un atomo di metallo nella prima categoria di questi composti, ne satura due atomi di ciascun metallo che entra nei composti della seconda categoria. Vedremo poi fra poco che un atomo di Ossigeno, *ha la stessa capacità di saturazione di due atomi di un corpo alogenico*, ossia che, nelle combinazioni chimiche, un atomo del 1.° (ossigene) equivale per funzione a due atomi del 2.° di guisa che, mentre p. es. il Cloruro di Zinco ha la formola $Zn\,Ch^2$, invece il suo ossido è $= Zn\,O$; per cui in quest'ultimo volendo sostituire lo Zinco col Potassio, l'ossido alcalino risultante, avrebbe per formola atomistica

$$\left.\begin{matrix}K\\K\end{matrix}\right\} O = K^2O.$$

Intanto tutte queste considerazioni, ci portano naturalmente ad un argomento molto importante a conoscersi, e fondamentale, principalmente per la Chimica Organica, come vedremo nel progresso dei nostri trattenimenti: Cioè a quello sulla *capacità di saturazione degli atomi.*

Per poterla stabilire era necessario fissare un termine di confronto, a cui rapportare la rispettiva capacità di saturazione degli altri atomi; Cosi per determinare quella dei metalli, o di corpi che ne fanno le veci, fu preso l' *Idrogeno*; e per non moltiplicare gli esempi ci varremo anche in questo caso delle tre suaccennate categorie di composti alogenici, e fra questi sceglieremo *i Cloruri.*

Tutti i Cloruri, ad un atomo di metallo, ed uno di Cloro, si possono rappresentare colla formola generale MCh. Ora ispezionando quest' ultima, si vede che se noi sostituiamo il metallo per *l' Idrogene,* abbiamo quella dell'Acido Idroclorico = HCh; per cui potremo dire che in questi cloruri metallici, l'atomo di metallo tiene il posto di un atomo di Idrogene.

Egualmente nell' altra categoria di cloruri della formola gen. $MCh^2$, vediamo che un atomo di metallo, tiene il posto di 2 at. di Idrogene, ossia che la quantità di Cloro, che vi è combinata, è capace di saturare 2 at. di Idrogene. Infatti

$$Ch^2+H^2 = 2HCh.$$

Finalmente nella 3ª categoria ove si ha che uno stesso atomo di metallo, ora è unito con *uno*, ora con *due* atomi di Cloro ($MCh$, $MCh^2$), si può dedurre ancora che M tiene il posto di un atomo di Idrogene (HCh), nel 1° caso, e di due ($H^2Ch^2$) nel 2° =.

Ora quando in un composto *l'atomo di un metallo tiene il posto di un atomo di Idrogene, allora la sua capacità di saturazione si esprime dicendo che è Monoatomico;* quando poi l'*atomo di metallo*, *equivale nel composto a due atomi*

*di Idrogene*, come nel caso di $MCh^2$, *allora si dice che è biatomico*.

Volendo poi considerare un composto analogo al *Protocloruro* (HgCh), ed al *Deutocloruro* ($HgCh^2$) di Mercurio, in tal caso si vede che *lo stesso atomo* di metallo, ora è *monatomico*, ora *biatomico*, a seconda del grado di combinazione. Intanto questo ci fa vedere che la capacità di saturazione di un atomo, può dipendere, o dalla sua natura, come p. e. nel caso del Potassio, Zinco ecc., o anche dallo stato diverso in cui si può trovare nelle varie sue combinazioni; così ad es: l'atomo di Mercurio che è *monatomico* nel protocloruro, è *biatomico* nel deutocloruro.

Siccome poi l'atomo è il generatore o *radicale* della molecola, così invece dell'espressione *atomo mono bi-triatomico*, si addotta più comunemente quella di *Radicale mono-bi-triatomico*, ecc., che si distingue poi in *radicale semplice* e *radicale composto*, secondo che si riferisce ad un corpo semplice o ad uno composto. Nel 1° caso sarà il generatore di una molecola semplice, nel 2° di una molecola composta; così p. e. l'*atomo di Idrogene* (=H) sarebbe un *radicale semplice mono-atomico*, e quella del *Cianogene* (CAz) un *radicale composto* mono-atomico. In Chimica organica poi vedremo moltissimi esempi di Radicali Composti.

I Radicali che tengono il posto dell'*Idrogene metallico*, si dicono *Radicali elettropositivi*, che si distinguono poi in *mono-bi-triatomici* ecc., a *seconda del numero d'atomi di Idrogene che sono capaci di surrogare nelle varie combinazioni*: Così p. e. l'atomo di *Potassio* sarebbe un *Radicale elettropositivo mono-atomico*, invece l'atomo di *Zinco* rappresenta

un Radicale elettropositivo *biatomico*, e perciò volendolo nelle combinazioni sostituire col Potassio, ne occorreranno di questo due atomi. Così pel cloruro di Zinco si avrebbe: $ZnCh^2+K^2 = K^2Ch^2+Zn$.

Quando il Radicale funziona da *elemento elettro-negativo*, allora si chiama *Radicale elettro-negativo, mono-bi-triatomico, e la capacità di saturazione si misura dalla quantità di Cloro che è capace di rimpiazzare nelle combinazioni.* Così ad es. nell' *Acido Idrobromico*, l' atomo di Bromo sostituisce uno solo di cloro, e perciò si dice che l' atomo di Bromo è un Radicale elettro-negativo monatomico; Egualmente nell' acido Idrocianico $= CAzH = CyH$, sostituendo l' atomo di Cianogene coll' atomo di cloro, abbiano la formola dell' acido Idroclorico, e quindi diciamo che nelle combinazioni chimiche un atomo di *Cianogene* equivale ad uno di *Cloro*, ossia che è un *Radicale composto elettro-negativo mono-atomico.*

Invece nell' aqua, $H^2O$ si ha che un *atomo di Ossigene* tiene il posto di 2 *at.* di *Cloro*, e perciò è detto *Radicale elettro-negativo biatomico*, ossia che l' atomo di Ossigene rimpiazza sempre 2 at. di Cloro nelle combinazioni. Ecco perchè la formola atomistica del Cloruro di Zinco si scrive $ZnCh^2$, e quella dell' ossido $ZnO$, appunto perchè 1 at. di *Ossigene* equivale per capacità di saturazione a *due atomi di Cloro.*

Dicevo loro che in Chimica Organica avremo occasione di conoscere molti *Radicali composti*; ora non sarà fuor di proposito citarne in precedenza alcuni esempi, che per la semplicità loro potremo egualmente intendere anche pria d'esserci addentrati nello studio speciale della materia. Così vedremo che dai liquidi spiritosi, come sarebbero il vino, la birra

ecc., si può a mezzo della distillazione ricavare una sostanza, comunemente nota sotto il nome di *Spirito di Vino, alcole di Vino, od Alcol etilico.* — Or bene: da questo corpo si può ottenere, per mezzo di particolari e successive trasformazioni, un Carburo d'Idrogene, la cui molec. libera è = $C^4H^{10}$, ossia l'*Etile*, costituita di due atomi composti, o radicali = $(C^2H^5)^2$. Ognuno d'essi può unirsi agli Alogeni e dare un Cloruro, un Ioduro ed un Bromuro d'etile, formati da un un atomo di Radicale, ed uno del corpo alogene. Così la formola del Cloruro è = $C^2H^5Ch$, nel qual caso l'*Etile* tiene il posto di un atomo d'Idrogene, e quindi ci rappresenta un radicale composto, elettropositivo, monatomico.

Inoltre, lo stesso alcole di vino, può per particolare processo dare origine ad un altro Carburo d'Idrogene della formola $C^2H^4$ (*Eterene*) il quale è capace di unirsi direttamente a 2 at. di Cloro, Bromo ecc. $C^2H^4Ch^2$, $C^2H^4Br^2$ ecc. (Eterene Biclorica, Eterene Bibromica ecc.) Intanto in ognuno di questi composti si vede che l'Eterene occupa nel gruppo il posto di due atomi d'Idrogene, e quindi rappresenta un radicale composto, elettro-positivo, biatomico, ossia ha la stessa capacità di saturazione che 2 at. d'Idrogene.

La capacità di saturazione degli atomi, o radicali, si indica ponendo a lato dell'atomo, nel posto dell'esponente matematico, tante lineette verticali quanti sono i gradi di atomicità, o anche segnandoli con numeri Romani. = Rappresentando con R un radicale qualunque, si avrebbe $R^{II}$, (biatomico) $R^{III}$ (Triatomico) $R^{IIII}$ ovvero $R^{IV}$ (Tetratomico) ecc. = A maggior brevità si tralascia di segnare il primo grado.

Dopo questi cenni sulla capacità chimica degli atomi, è

bene notare che vari Chimici hanno usate, ed usano tuttora l'espressione di Mono-bi-triatomica, per indicare il *numero degli atomi* di cui è formata una molecola. Così dicono *Biatomica (Diade* di Laurent) la molec. dell'Idrogene, perchè contiene due atomi; *Monatomica* (*Monade* di Laurent) quella del Mercurio che è costituita di un solo atomo; Monoatomica quella dell'Etcrene, perchè formata da un atomo, Biatomica quella dell'Etile perchè composta di due atomi ecc.

È facile rilevare che tali espressioni, usate in questo senso, si riferiscono ad un altro ordine di fatti, e perciò hanno un valore diverso e affatto indipendente da quello che si riferisce alla capacità di saturazione dell'atomo; per cui nulla s'avrebbe di contraddittorio nell'impiegarle distintamente tanto in questo senso, che in quello della struttura atomica della molec. Ad ogni modo però dai più oggi si preferisce limitarne l'uso soltanto per esprimere la capacità chimica dell'atomo, e noi pure seguiremo questa convenzione.

Da quanto abbiamo detto risulta che vi sono dei Radicali Monoatomici, e Poliatomici tanto minerali, che organici. Intanto lo stesso Canizzaro fa notare con fino accorgimento, che se cerchiamo di vedere come si comportano i radicali organici, a seconda che sono in combinazione cogli altri corpi, oppure allo stato libero, ne risultano dei fatti di utile applicazione anche nell'interesse della Chimica Minerale. Così l'Etile ($C^2H^5$) e molti altri a lui analoghi, che esamineremo nel progresso dei nostri studi, come il Metile ($CH^3$), il Propile ($C^3H^7$), il Butile ($C^4H^9$) ecc., si conducono come l'atomo di Idrogene, cioè come quest'ultimo, non possono formare a soli una molecola libera; ma per far ciò hanno bisogno di

unirsi, o al secondo atomo della loro stessa molecola $C^2H^5+C^2H^5 = C^4H^{10}$, per produrre una *molecola o rogenea*, ovvero ad un altro radicale monoatomico, semplice o composto, formando una *molecola u ista*, come ad es. il Ioduro d'Etile $= C^2H^5+I$, o l'Etilmetile $= C^2H^5+CH^3$ ecc. = Infatti il *peso molecolare* di questi Radicali, dedotto dalla rispettiva densità di vapore, è sempre doppio di quello in cui si trovano nelle varie combinazioni; così il peso molecolare dell'Etile, non è riferibile a $C^2H^5$, come entra nei composti, p. e. nel Ioduro $= C^2H^5I$, ma bensì a $C^4H^{10}$, ossia al doppio.

Quando invece i Radicali Organici *biatomici* (p. es. l'Eterene $= C^2H^4$) hanno lo stesso peso, tanto liberi, che in combinazione; ossia possono formare anche soli la molecola libera, precisamente come fa l'atomo di Mercurio, nei sali Mercurici.

L'analogia di *questi sali* colle combinazioni dell'*Eterene* e radicali Organici analoghi, venne notata per la prima volta dallo stesso Canizzaro. Egli considerò che di fatto un volume di Eterene, unendosi ad un egual volume (2 atomi). di Cloro, produce un sol vol. di *Clorurо d'Eterene* (Liquore degli Olandesi), precisamente come si ottiene un solo volume di vapore di Deutocloruro di Mercurio, combinando un volume di vapore di Mercurio, con egual volume (2 at.) di Cloro.

Da tutto ciò quindi Canizzaro deduce che, molto probabilmente, i *Radicali Biatomici* dei Metalli, siano come quello di Mercurio, *eguali alla loro rispettiva molecola*. Sarebbero in questo caso l'atomo o radicale Biatomico del *Bario*, *Calcio*, *Magnesio*, *Manganese*, *Zinco*, *Ferro*, *Piombo*, *Oro*, *Platino* e *Rame*. Invece considerando come *il peso della molecola di*

*tutti i radicali positivi organici monatomici,* analoghi all'Etile, corrisponde sempre a 2 atomi, così l' Autore ne deduce che in generale *questo debba essere anche pei radicali Metallici, semplici, monatomici*; ossia ammette che la molecola del *Potassio, Sodio, Litio ed Argento,* sia formata da due atomi, come quella dell' Idrogene e quindi = $K^2$, $Na^2$, $Li^2$, $Ag^2$.

## RIASSUNTO

Tutto quanto abbiam detto fin qui, si può per sommi capi riassumere nelle seguenti *Conclusioni.*

1.° La *Combinazione Chimica* bisogna considerarla avvenire fra quelle ultime particelle della materia, indivisibili tanto dalle forze fisiche, che dalle Chimiche, e dette perciò *Atomi.* = L' aggregazione di più atomi forma la *Molecola.*

2.° I *pesi equivalenti ordinari,* non rappresentano sempre l'atomo, come si ammette erroneamente da molti; ma anzi, nel maggior numero dei casi, sono formati da più atomi.

3.° *L' equivalente ponderale dell' Idrogene* dedotto dalla sua combinazione coll'Ossigene, per formare l'aqua, è costituito di due atomi.

4.° Oggi non si prende l'intera molecola d' Idrogene per stabilire i pesi equivalenti dei corpi semplici, ma la sua metà, ossia l' atomo, fatto = 1; quindi le *formole chimiche* riescono tutte *atomistiche.*

5.° Col peso atomico di un corpo, si può anche conoscere il suo peso molecolare, quando sia noto il *numero* degli atomi contenuti nella molecola.

6.° I pesi equivalenti ordinari, o antichi, che corrispondevano all'atomo di un corpo, oggi vanno raddoppiati, mentre che quelli che corrispondevano all'intera molecola di corpi aventi la stessa struttura atomica (2 at) dell' Idrogene, bisogna nella nuova notazione considerarli come pesi del rispettivo atomo.

7.° Nelle formole antiche dei corpi organici, l'Ossigene, il Carbonio, e lo Solfo, vi si trovano sempre, ognuno, per *un numero pari* di *equ'valenti,* perchè il rispettivo valore numerico era fatto *metà* di quello *reale* dell' atomo; e perciò niente è più facile che *tradurre una formola antica nella corrispondente nuova, dividendo per due i numeri apposti al simbolo rispettivo, de' suaccennati tre elementi.*

8. *La formola atomistica* dell'aqua è $H^2O$, e il peso della sua molec. è $= 18$.

9.° Gli *Idrati* ( Acidi o Basici ) non rappresentano una combinazione di aqua, e di acido od ossido anidri.

10.° *Volumi eguali di corpi aeriformi* sotto la stessa condizione di temperatura e pressione, contengono egual numero di molecole, poste fra loro alla medesima distanza.

11.° Il rapporto in *Volume* dei corpi aeriformi, esprime anche quello in molecole; per cui alla parola volume si può sempre sostituire quella di molecola; e ciò quindi egualmente nella legge di Gay-Lussac sui volumi gazzosi.

12.° È inesatto ammettere che il rapporto in volume dei gaz, esprima sempre anche quello in atomi.

13.° I *pesi di volumi eguali* ( molecole ) dei vari corpi aeriformi, stanno fra loro come le rispettive densità, e quindi i pesi molecolari si possono sempre dedurre dalle densità gazzose.

14.° Per dedurre il peso molecolare dalla densità trovata di un gas, basta confrontarla con quella nota di un altro corpo, a peso molecolare già conosciuto. Comunemente si sceglie a termine di confronto, la densità dell'Idrogene, facendo il suo peso molecolare = 2. In questo caso la regola si può tradurre nella formola generale $P = \frac{d+2}{0,069}$

15.° Le *Densità dei corpi aeriformi danno i pesi molecolari, e non i pesi atomici.*

16.° Il peso *atomico* di un corpo semplice, esprime la *più piccola quantità di esso*, contenuta per un multiplo esatto tanto nella sua molec. che in quella dei vari suoi composti.

17.° *Per trovare il peso atomico di un corpo semplice*, è necessario conoscere prima, e ad un tempo, il peso molecolare dei vari suoi composti, e la loro rispettiva composizione centesimale.

18.° Il *Peso molecolare* di un corpo semplice, è sempre rapportato al peso dell'intera molecola d'Idrogene fatta = 2, e quindi ne viene che quando la *sua molecola* è formata da *un solo atomo*, come nel caso del Mercurio, allora volendone tradurre il *peso molecolare* in quello atomico, si ha un valore relativamente doppio.

19.° Conoscendo il *peso atomico* di un corpo semplice, *a peso molecolare* noto, è sempre facile determinare il *numero degli atomi* contenuti nella *molecola*.

20.° Il *Peso atomico* d'un corpo semplice si può verificare dietro la nota legge del *Calorico specifico degli atomi.*

21.° Lo *stato di combinazione* non cangia notevolmente la *capacità calorifica degli atomi semplici*, e siccome questa

è pressochè uguale ne' vari corpi semplici, così le molecole, per riscaldarsi di un grado, richiederanno una quantità di calore proporzionale al numero degli atomi che contengono.

22.° Conoscendosi il peso molecolare di una *combinazione binaria*, basta moltiplicarlo pel *calorico specifico del composto stesso*, per trovare molto approssimativamente il *numero degli atomi* da cui è formata la molecola, giacchè il prodotto sarà un multiplo pressochè esatto del calorico specifico semplice degli atomi.

23.° Dietro la Legge dei calorici specifici degli atomi semplici applicata a vari composti binari, Canizzaro ha dedotto ancora che: 1.° *I composti alogenici del Potassio, Sodio, Litio, Argento*, sono formati da *un' atomo* di metallo, e *uno* d'alogeno; 2.° che i *composti alogenici* del *Bario, Calcio, Magnesio, Manganese, Ferro, Zinco, Piombo, Stagno, Oro* e *Platino*, sono costituiti *da un atomo* di metallo, e *due at. d'alogene* e ciò egualmente pei composti *Mercurici* e *Rameici*, così il Deutocloruro.

24.° *La capacità di saturazione degli atomi semplici*, varia a norma della loro *natura*, e spesso anche dallo *stato diverso* in cui si possono trovare *nelle combinazioni*.

25.° Vi sono *degli atomi* o *Radicali, tanto semplici che composti;* e quando appartengono ad un *metallo propriamente detto*, o ad un corpo che ne faccia le veci, allora la rispettiva loro capacità di saturazione, si misura dalla *quantità atomica* di *Idrogene* che possono sostituire nella combinazione. — Quando l'atomo, o radicale, *non è metallico*, in tal caso la sua capacità chimica si misura dalla *quantità* di *cloro* che è capace di sostituire nelle combinazioni; nel primo

caso abbiamo i *Radicali o atomi elettro-positivi;* nel secondo i *Radicali o atomi elettro-negativi.*

V' hanno poi dei Radicali *Monoatomici e Poliatomici.*

26.° Finalmente: le molecole del *Potassio, Sodio, Litio, Argento* si devono per analogia considerare formate da due atomi; invece pel *Bario, Calcio, Magnesio, Manganese, Zinco, Ferro, Piombo, Stagno, Rame, Mercurio, Oro* e *Platino*, bisogna ammettere la *loro molecola* formata da un *solo atomo.*

Terminate queste generalità *svolte nello scopo precipuo di indagare la struttura atomica dei corpi*, entreremo in seguito a far conoscere la direzione più positiva, e le importanti applicazioni che ne sono derivate per lo studio delle varie reazioni chimiche.

# PARTE TERZA

Una conseguenza molto rilevante deriva da tutto quanto abbiamo svolto nel passato trattenimento, ed è che, siccome *la combinazione chimica avviene fra gli atomi*, così quando le molecole libere dei corpi saranno costituite *da più atomi*, dovranno all' atto della loro combinazione dividersi in questi; e perciò il prodotto sarà formato da quantità atomistiche e non molecolari, di ciascuno de' suoi componenti.

Da ciò consegue ancora che le *formole atomistiche* sono l'espressione vera di quanto è avvenuto, (reazione fra atomo), e della costituzione molecolare del gruppo che rappresentano (*unione di atomi e non di molecole*).

Inoltre queste considerazioni serviranno ancora a renderci vieppiù chiaro il concetto che dobbiamo avere dei *pesi equivalenti antichi*, ($H^2 = 1$, $Ch^2 = 35,5$, $O = 8$, $S = 16$. ecc.) in confronto *alle idee*, oggi accreditate nella Scienza, *sulla combinazione chimica.*

Questi pesi non esprimono altro che, il *più piccolo rapporto ponderale*, *in cui è necessario prendere un corpo semplice*, *per formare la sua prima combinazione con un altro,*

*scelto come termine di confronto,* e quindi *in quantità fissa.* Così p. es. gli equivalenti ci dicono che per ottenere la prima combinazione dell' Idrogene fatto = 1 col Cloro, questo non si può prendere in una quantità minore di 35, 5, in peso; ossia che il peso di esso deve stare a quello dell' Idrogene ::35, 5 :1. Tutto ciò è il risultato immutabile dell'esperienza, e l' espressione esatta del fatto; precisamente come la tendenza dei gravi al centro della terra.

Il considerare poi la *divisione* subita da questi pesi equivalenti nell'atto della combinazione, ossia il meccanismo col quale questa si effettua, ecco lo scopo precipuo della Chimica moderna; la quale con tanto ardore ha ripreso questo studio fondamentale, ed ha provato che i *pesi equivalenti di molti corpi si dividono in parti più piccole, (atomi) all' atto della combinazione:* dando così origine a *più molecole del composto,* e non già *soltanto ad una*, come si è per molto tempo ammesso indistintamente per tutti i corpi nel concetto erroneo che i *pesi equivalenti dei corpi semplici fossero indivisibili anche dalle forze chimiche;* ossia che si potessero ritenere *come sinonimi assoluti di atomi;* e quindi che si unissero fra loro sempre inalterati, o integri, in modo da *produrre per semplice sovraposizione, una sola molecola del composto.* Così ad es. nel caso succitato del Cloro coll' Idrogene, si direbbe, nel *senso ordinario dei pesi equivalenti*, che non si può ottenere la loro prima combinazione, senza impiegarli nel rapporto ponderale di 35, 5 dell'uno e di 1 dell' altro. Nel senso poi del meccanismo della *reazione di questi due corpi*, si direbbe che nell' *atto della loro combinazione*, *il peso equivalente 1 di Idrogene si divide in due parti* (atomi

= H+H), e quello (35, 5) del Cloro parimenti *in due* (Cl+Cl), per dar origine a 2HCl, ossia a *due molec. di acido Idroclorico.*

Questo fatto nel linguaggio antico si esprimerebbe dicendo, che *un equivalente, o molecola di Cloro, combinandosi ad un equiv. o molec. d'Idrogene, produce un equival o molecola di acido Idroclorico.*

Ecco come parmi poter a sufficienza riassumere *per confronto* il senso ristretto delle idee sulla combinazione chimica, pressochè universalmente abbracciate in oggi dalla Scienza.

Abbiamo detto più volte che il centro della riazione chimica è l'atomo, e non la molecola; o in altri termini che quella si esercita fra atomo, e non fra aggregati di atomi, o molecole. Così quando la molecola di Idrogene, e quella di cloro, riagiscono fra loro, non dobbiamo già intendere che ciò avvenga pel gioco reciproco dell'*affinità complessiva* di una molecola sull'altra, ma bensì per l'*affinità parziale* fra gli atomi dell'una e quelli dell'altra. Infatti otteniamo *due molecole distinte* di acido Idroclorico, le quali appunto ci rappresentano i prodotti separati di queste affinità parziali atomistiche.

Ora è ben naturale il dover quindi ammettere che un corpo, la cui molecola sia costituita da più atomi, si debba rappresentare in modo diverso, a seconda che si considera *libero*, o *combinato.* Nel primo caso ci serviremo di una notazione che ci mostri *l'intera composizione atomistica della sua molecola,* ciò che si raggiunge *servendosi del rispettivo simbolo chimico, ripetuto tante volte, quant'è il numero degli atomi contenuti nella molecola stessa*; o *meglio scrivendo*

*semplicemente il simbolo colla sua cifra atomistica nel posto dell' esponente matematico.* = Così p. e. la molec. dell' Idrogene e quella del Cloro, si rappresenteranno per HH, ChCh; o per $H^2$, $Ch^2$ (atomi), come più comunemente si usa. — Nel secondo caso si accennerà alla parte o frazione molecolare che è entrata in combinazione; ciò che si esprime indicando con cifra quanti atomi, della molec. componente, si trovino nel composto. Così: mentre le formole dell' Idrogene e quella del Cloro liberi, sono espresse da $H^2$ e $Ch^2$, invece nell' Acido Idroclorico il primo è rappresentato semplicemente da H (un atomo) ed il secondo da Ch (egualmente un atomo).

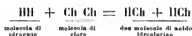
Credo poi inutile avvertire che una volta convenuto di addottare nella nuova notazione le Formole atomistiche, resti perciò anche per sempre stabilito che i *numeri che si trovano uniti a ciascun simbolo, nel posto dell' esponente matematico si debbano riferire ad atomi e non a molecole.*

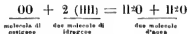
Ora è sotto questo punto di vista, che oggi vengono rappresentate con simbolo doppio (2 atomi) le molecole libere dei seguenti corpi, cioè dell' *Idrogene, Cloro, Bromo, Iodo, Fluore, Ossigene, Solfo, Selenio, Tellurio, Azoto, Arsenico, Antimonio, Potassio, Sodio, Litio, Argento;* e quindi la molecola dell' *Idrogene* si indica con HH, od $H^2$, quella del *Cloro* con Ch Ch, ovvero $Ch^2$ ecc.

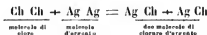
Allo stesso modo si devono pure rappresentare le molecole dei *radicali Organici monatomici;* Così p e. quella del *Cianogene* $= \left.\begin{matrix} CAz \\ CAz \end{matrix}\right\}$, del Metile $= \left.\begin{matrix} CH^3 \\ CH^3 \end{matrix}\right\}$, dell'Etile $= \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\}$ ecc.

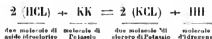
Una tale maniera di notazione simbolica per questi corpi, è certamente la più conforme per dipingerci il *naturale mec-*

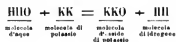
*canismo delle reazioni chimiche*; al quale scopo basterà *mettere in equazione le molec. libere dei corpi che riagiscono*, *esprimendole in formole atomiche, e indicando allo stesso modo i prodotti che ne risultano*. Così per descrivere la reazione fra l' *Idrogene e il Cloro*, si procederà nel modo seguente:

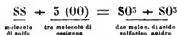
$$\underbrace{HH}_{\text{molecola di idrogene}} + \underbrace{Ch\ Ch}_{\text{molecola di cloro}} = \underbrace{HCh + HCh}_{\text{due molecole di acido idroclorico}}$$

Nello stesso senso si può interpretare la combinazione dell' *Ossigene* coll' *Idrogene*, per formar l' Aqua; che cioè la riazione avvenga fra gli atomi di una molecola di Ossigene, e quelli di due molecole d' Idrogene, per modo che *uno* del primo, si combini con *due* del secondo:

$$\underbrace{OO}_{\text{molecola di ossigene}} + \underbrace{2\ (HH)}_{\text{due molecole di idrogene}} = \underbrace{H^2O + H^2O}_{\text{due molecole d'aqua}}$$

La combinazione del Cloro coll' Argento si esprimerà:

$$\underbrace{Ch\ Ch}_{\text{molecole di cloro}} + \underbrace{Ag\ Ag}_{\text{molecole d'argento}} = Ag\ \underbrace{Ch + Ag\ Ch}_{\text{due molecole di cloruro d'argento}}$$

La decomposizione dell' acido Idroclorico pel Potassio, s' indicherà:

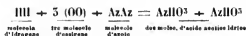
$$2\ \underbrace{(HCL)}_{\text{due molecole di acido idroclorico}} + \underbrace{KK}_{\text{molecole di Potassio}} = \underbrace{2\ (KCL)}_{\text{due molecole di cloruro di Potassio}} + \underbrace{HH}_{\text{molecole d'idrogene}}$$

La decomposizione dell'aqua col Potassio sarà espressa come segue:

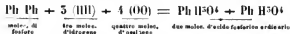
$$\underbrace{HHO}_{\text{molecola d'aqua}} + \underbrace{KK}_{\text{molecola di potassio}} = \underbrace{KKO}_{\text{molecola d'ossido di potassio}} + \underbrace{HH}_{\text{molecola di idrogeno}}$$

Così pure volendo indicare la formazione dell'*acido solforico anidro*, partendo da suoi elementi, scriveremo

$$\underbrace{SS}_{\text{molecola di solfo}} + \underbrace{3\ (OO)}_{\text{tre molecole di ossigeno}} = \underbrace{SO^3 + SO^3}_{\text{due molec. di acido solforico anidro}}$$

La formazione dell'acido *solforico idrico* si accennerebbe così;

$$\underbrace{SS}_{\text{molecola di solfo}} + \underbrace{2\ (HH)}_{\text{due molecole d'idrogeno}} + \underbrace{4\ (OO)}_{\text{quattro molecole d'ossigeno}} = \underbrace{SH^2O^4 + SH^2O^4}_{\text{due molecole d'acido solforico idrico}}$$

Egualmente i termini dell'equazione per la genesi dell'*acido azotico idrico* sarebbero i seguenti:

$$\underbrace{HH}_{\text{molecola d'idrogeno}} + \underbrace{3\ (OO)}_{\text{tre molecole d'ossigeno}} + \underbrace{AzAz}_{\text{molecola d'azoto}} = \underbrace{AzHO^3 + AzHO^3}_{\text{due molec. d'acido azotico idrico}}$$

Finalmente anche il meccanismo della produzione dell'*Acido Fosforico ordinario*, in rapporto a suoi elementi generatori, verrebbe espresso da questa equazione:

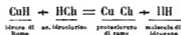
$$\underbrace{Ph\ Ph}_{\text{molec. di fosforo}} + \underbrace{3\ (HH)}_{\text{tre molec. d'idrogeno}} + \underbrace{4\ (OO)}_{\text{quattro molec. d'ossigeno}} = \underbrace{Ph\ H^3O^4 + Ph\ H^3O^4}_{\text{due molec. d'acido fosforico ordinario}}$$

Così dicasi per la reazione degli altri corpi suaccennati.

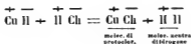
Ho voluto applicare appositamente a vari esempi la *nuova notazione simbolica* dei surriferiti corpi, per farne meglio rilevare il carattere scientifico, e per addestrarci vieppiù al suo uso, trattandosi d'un argomento, che - se non è nuovo affatto - almeno rimase pressochè in dimenticanza per molto tempo, e solo dalla Chimica odierna venne fatto rivivere, e di nuova luce rischiarato.

Dopo avere applicata la ***nuova notazione simbolica*** dei corpi suaccennati, allo studio *delle loro ordinarie reazioni*, sarà bene dimostrare ancora come dessa possa servire inoltre a darci ragione di certi singolari fenomeni che altrimenti non sapressimo spiegare. Così ad es: abbiamo che mentre l'*acido Idroclorico* non intacca il *Rame libero*, alla temperatura ordinaria, in vece, in tale condizione quest' acido reagisce prontamente sull' *Idruro di rame*, comunemente formolato con $Cu^2H$, [1] ma che meglio lo sarebbe da CuH [2], producendo ad un tempo e *Protocloruro di Rame*, e sviluppo d' *Idrogene*. Ora quando si volesse, come s'è fatto fin qui, rappresentare la molec. d' Idrogene libero, semplicemente col simbolo H, è certo che non ci potressimo dare ragione di questo fatto, giacchè ci parrebbe anzi che l' *acido Idroclorico* dovesse tanto meno agire alla temperat. ord. sull' *Idruro di Rame*, essendochè i due composti hanno a comune uno stesso elemento, l' *Idrogene*, e perciò si trovano fuori dalla condizione ordinaria in cui accade la doppia decomposizione, la quale sin qui

(1) Cu = 31, 73.
(2) Cu = 63.

si è comunemente ritenuto non poter avvenire che nel caso di due composti, formati ognuno di elementi diversi da quelli dell' altro, come ad es. un *Ossido metallico*, con un *Idracido:* ma *colla nuova maniera* di rappresentare la *costituzione molecolare* dei corpi, la spiegazione di questo fatto riesce quanto mai facile e naturale. = Infatti: la molecola d' Idrogene, essendo costituita da due atomi (=HH), in tal caso la reazione suindicata deve venire agevolata non tanto dall'affinità del *Cloro* dell' *Idracido*, pel *Rame* dell'*Idruro*, quanto anche da quella dell' atomo di *Idrogene* di quest' ultimo, per l' atomo di *Idrogene* dell' acido Idroclorico, onde così formare o ricostituire l'*intera molecola* d' *Idrogene*; e perciò si avrebbe:

$$\underbrace{CuH}_{\text{idruro di Rame}} + \underbrace{HCh}_{\text{ac. idroclorico}} = \underbrace{Cu\ Ch}_{\text{protocloruro di rame}} + \underbrace{HH}_{\text{molecola di idrogeno}}$$

Una tale spiegazione di questo fatto si presenta poi tanto più fondata, quando si pensi che lo *stato elettro-chimico* dei due atomi d' Idrogene, dev' essere diverso nei due accennati composti; e così *elettro-positivo* nell' *Idracido*, ed *elettro-negativo* nell' *Idruro* di *Rame;* la qual circostanza deve certo contribuire ad agevolare maggiormente la reazione:

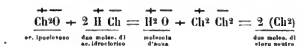
$$\overset{+}{Cu}\ \overset{-}{H} + \overset{+}{H}\ \overset{-}{Ch} = \underbrace{\overset{+}{Cu}\ \overset{-}{Ch}}_{\text{molec. di protoclor.}} + \underbrace{\overset{+}{H}\ \overset{-}{H}}_{\text{molec. neutra d'idrogene}}$$

Qui torna assai in acconcio soggiungere che Piria, die-

tro l'idea da altri emessa, che le *molecole* d'*Idrogene, Cloro Bromo* ecc., *costituiscano* delle *combinazioni omogenee*, ossia che l'unione degli atomi nelle molecole dei corpi semplici, rappresenti uno speciale prodotto d'affinità, ammette che nelle molecole formate da due atomi, uno faccia l'ufficio di elemento elettro-positivo, e l'altro di elettro-negativo; precisamente come si ha anche nelle combinazioni binarie eterogenee. Così ad es. la molecola d'Idrogene, sotto questo punto di vista, sarebbe costituita da

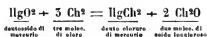
$$\overset{+}{H} + \overset{-}{H} = \underset{\text{molec. neutra}}{H^2}$$

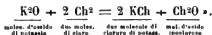
Per quanto speculativa possa a primo aspetto sembrare questa veduta, pure non è meno razionale, ed ha il pregio di poter spiegare molto ingegnosamente varie reazioni, che altrimenti non si potrebbero intendere. Così abbiamo l'azione dell'acido *Idroclorico* sopra alcuni *Ossiacidi* del Cloro, e particolarmente sull'*Acido Ipocloroso;* questi due corpi si decompongono reciprocamente, appena messi a contatto, e da ciò abbiamo produzione di *Aqua* e di *Cloro libero.* D'altra parte però si ha che l'*acido Idroclorico* è un composto stabilissimo, il quale non viene decomposto dall'Ossigene libero, nemmeno ad alta temperatura. Epperò è decomposto prontamente, anche a temperatura ordinaria, dall'acido Ipocloroso, ossia dall'*Ossigene combinato.* Ora una tale reazione sarebbe inesplicabile quando non si ammettesse promossa non tanto dell'affinità dell'Ossigene dell'acido Ipocloroso, per l'Idrogene dell'acido Idroclorico, quanto anche dall'affinità del

Cloro-positivo — come si trova nell' acido Ipocloroso — pel Cloro-negativo dell' acido Idroclorico. Infatti:

$$\underbrace{\overset{+}{Ch^2}\overset{-}{O}}_{\text{ac. ipocloroso}} + \underbrace{2\ \overset{+}{H}\ \overset{-}{Ch}}_{\text{due molec. di ac. idroclorico}} = \underbrace{\overset{+}{H^2}\ \overset{-}{O}}_{\text{molecola d'aqua}} + \overset{+}{Ch^2}\ \overset{-}{Ch^2} = \underbrace{2\ (Ch^2)}_{\text{due molec. di cloro neutro}}$$

» Rammentiamoci che l' *atomo* d' *Ossigene* è un *Radicale biatomico*, e che quindi la formola atomistica dell' acido *Ipocloroso*, dev' essere come la sopra indicata (= $Ch^2O$).

» Da ciò ne segue ancora che la nota reazione del Cloro sull' ossido rosso di Mercurio (*formato*, come sappiamo, *da due radicali biatomici*) si dovrà esprimere come segue:

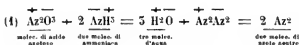
$$\underbrace{HgO^2}_{\text{deutossido di mercurio}} + \underbrace{3\ Ch^2}_{\text{tre molec. di cloro}} = \underbrace{HgCh^2}_{\text{deuto cloruro di mercurio}} + \underbrace{2\ Ch^2O}_{\text{due molec. di acido ipocloroso}}$$

Mentrechè quella del cloro sull' ossido di potassio sarà

$$\underbrace{K^2O}_{\text{molec. d'ossido di potassio}} + \underbrace{2\ Ch^2}_{\text{due molec. di cloro}} = \underbrace{2\ KCh}_{\text{due molecole di cloruro di potass.}} + \underbrace{Ch^2O}_{\text{mol. d'acido ipocloroso}} \text{ ».}$$

Un altro fatto non meno singolare in apparenza, e spiegabile dietro questa veduta, ci vien dato dell'azione reciproca dell' *ammoniaca* e dell' *acido Azotoso*. Questi due corpi si decompongono all' istante con produzione di Azoto libero, e di Aqua, formata a spese dell' Idrogene dell' ammoniaca, e dell' Ossigene dell' acido Azotoso. — Intanto però abbiamo che l' Ammoniaca è un gruppo stabilissimo, al punto che

l' Ossigene libero non la decompone, a meno dell' intermezzo di una temperatura molto elevata; come pure l'Acido Azotoso è un altro composto discretamente stabile, e che non può venire decomposto dall'Idrogene, nemmeno alla temperatura dell' Aqua bollente.

Ora, dietro ciò, non si saprebbe spiegare perchè l' *Idrogeno combinato* dell' *Ammoniaca* operi più energicamente sull'*Ossigene* dell' *Acido Azotoso* di quello che faccia l' *Idrogene libero;* e come viceversa l' *Ossigene combinato*, dell' acido Azotoso agisca sull' Idrogeno dell'Ammoniaca, mentre che l'Ossigene libero non ha azione su di essa.

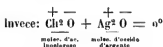
Tutto questo s' intende però facilmente, quando si consideri che l' Azoto, nell' acido Azotoso, tiene il posto di *elemento elettro-positivo*, e nell' Ammoniaca di *elemento elettronegativo.* Allora è ben naturale che la reazione debba essere favorita dall' affinità dell' atomo positivo d' Azoto, dell' Acido Azotoso, per quello negativo dell' Ammoniaca, nel qual caso si dovrà ricomporre la *molecola neutra* di *Azoto.* Infatti:

$$(1)\quad \underbrace{\overset{+}{Az^2}\overset{-}{O^3}}_{\text{molec. di acido azotoso}} + \underbrace{2\ \overset{-}{Az}\overset{+}{H^3}}_{\text{due molec. di ammoniaca}} = \underbrace{3\ \overset{+}{H^2}\overset{-}{O}}_{\text{tre molec. d'aqua}} + \overset{+}{Az^2}\overset{-}{Az^2} = \underbrace{2\ Az^2}_{\text{due molec. di azoto neutro}}$$

Che veramente poi le reazioni di un corpo sia lecito considerarle anche in rapporto manifesto col posto elettro-chimico che può occupare nelle varie sue combinazioni, basterà che io citi l' interpretazione così convincente data dal Piria, alla

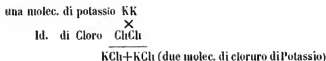
(1) $Az = 14$; $O = 16$.

riazione diversa che l'ossido d'Argento presenta sul Cloro, a seconda che questo elemento fa parte dell'Idracido, o d'un suo Ossiacido, p. e l'acido Ipocloroso. — Nel primo caso abbiamo formazione del *Cloruro d'Argento*, mentre che ciò non accade nel secondo caso. Tutto questo certamente non si può meglio attribuire come fa l'Autore, che all'ufficio elettrochimico diverso, occupato dal *Cloro* nell'Idracido, e nell'acido Ipocloroso. Nel primo, funzionando da elemento *elettronegativo*, s'intende perchè possa prontamente manifestare nell'*Ossido d'Argento* la solita sua reazione sull'elemento elettro-positivo di questo composto, ossia sull'argento; Quando invece nell'*Acido Ipocloroso*, il Cloro figurandovi come elemento positivo, si vede bene come debba perciò essere inetto a reagire sull'altro elemento *elettro-positivo* dell'ossido d'Argento.

$$\underbrace{2\,\overset{+}{H}\,\overset{-}{Ch}}_{\text{due molec. di ac. idroclorico}} + \underbrace{\overset{+}{Ag^2}\,\overset{-}{O}}_{\text{molec. di ossido d'argento}} = \underbrace{2\,\overset{+}{Ag}\,\overset{-}{Ch}}_{\text{due molec. di cloruro d'argento}} + \underbrace{\overset{+}{H^2}\,\overset{-}{O}}_{\text{molecole d'aqua}}$$

$$\text{Invece: } \underbrace{\overset{+}{Ch^2}\,\overset{-}{O}}_{\text{molec. d'ac. ipocloroso}} + \underbrace{\overset{+}{Ag^2}\,\overset{-}{O}}_{\text{molec. d'ossido d'argento}} = 0^0$$

Da tutti questi esempi addotti, è facile rilevare, come il *meccanismo* di reazione chimica fra i corpi a molecola costituita da più atomi, si possa sotto punto di vista generale, rapportare per tutti ad una *reazione tipo*, cioè alla *doppia decomposizione* per cui diremo che le molecole dei corpi semplici, costituite da più atomi, ci rappresentano in certo modo delle *combinazioni omogenee* (atomo con atomo), e che que-

ste poi reagendo le une sulle altre, *danno luogo ad una doppia decomposizione*, formando per tal modo delle *combinazioni eterogenee*. Così nel caso della reazione fra il Cloro e il Potassio, guardata in questo senso, la possiamo rappresentare come segue:

una molec. di potassio KK<br>
×<br>
Id. di Cloro ChCh<br>
KCh+KCh (due molec. di cloruro di Potassio)

Apprenderemo poi a suo tempo come la *doppia decomposizione*, essendo la forma più comune, sotto la quale si effettua la *reazione chimica*, sia perciò avvenuto, che uno dei più illustri Chimici de' nostri tempi, Gehrardt, abbia voluto *generalizzarla* a *tutte le altre reazioni conosciute*, prendendola a *tipo* di esse, e quale *punto di partenza per stabilire* le *formole razionali dei corpi*, sebbene però, come vedremo, l'esame più rigoroso di alcuni fatti si opponesse sin da principio a questa veduta scientifica, e in seguito poi molte scoperte, tutte odierne, della Chimica Organica, le abbiano imposto definitivamente delle restrizioni assolute.

Per ora mi limiterò soltanto ad accennare come, principalmente dietro tale concetto, lo stesso Chimico sia giunto per sino all'estremo di ritener fuor di dubbio, che le molecole di tutti i corpi semplici — senza eccezione — non che quelle dei composti, siano formate per lo meno da due atomi; E fu così che credette di poter sciogliere anche la controversia che regnava ~~nella~~ sulla *struttura molecolare* di molti metalli,

ammettendo che indistintamente la molecola *d'ognuno di essi* fosse come quella dell' *Idrogene costituita da due atomi* = MM = $M^2$.

In conseguenza di ciò era pure naturale che questo Chimico dovesse anche rappresentare tutti i *protossidi metallici* colla formola atomistica generale $M^2O$, parallela a quella dell'Aqua, o protossido d' Idrogene = $H^2O$, presa a *tipo;* e che perciò appunto volendo *nella nuova notazione numerica* riferire l'equiv. dei corpi, *non alla molecola, ma all'atomo*, dividesse per due il peso equivalente antico dei metalli, quando viene *rapportato all' Ossigene* = 100*;* siccome in tal caso divise egualmente per *due* il peso equivalente, o peso molecolare 12, 5 dell'Idrogene, formato, come sappiamo da due atomi. Per cui concludendo diremo: che il *peso equivalente dei metalli*, com'è *complessivamente* indicato dalla maggior parte dei Chimici, *nel caso*, ripeto, di *ragguagliarlo* all' *Ossigene* = 100, da Gehrardt, in tale circostanza è diviso in *due parti* o *atomi*, per rappresentare così la *struttura atomica* di *protossidi* = $M^2O$, formola corrispondente a quella molecolare antica MO, comunemente espressa nelle Opere.

Intanto però se esperienze dirette hanno mostrato doversi ritenere formata da *due* atomi, la molecola di ciascuno dei corpi che ho precedentemente accennati, cioè dell' *Idrogene, Cloro*, *Bromo* ecc. altre invece hanno portato ad ammettere che la *molecola di altri corpi semplici*, *e composti*, *sia costituita da un solo atomo*, nel qual caso perciò dovrà venire espressa o *semplicemente col simbolo* rispettivo, se trattasi di un corpo semplice, come nel caso della molecola del *Mercurio* = Hg, e secondo le accurate ed ingegnose indagini

del Canizzaro, di quelle del Bario, Calcio, Magnesio, Manganese, Ferro, Zinco, Stagno, Piombo, Rame, Oro e Platino: ovvero *unicamente colla rispettiva formola molecolare*, nel caso di un Radicale Organico, Biatomico, o Poliatomico qualunque, come ad es. la formola dell' *Etilene* $C^2H^4$, *Propilene* $C^3H^6$, *Butilene* $C^4H^8$ ecc. gruppi questi, tutti biatomici; giacchè appunto in tali casi si ha che la *minima quantità* nella quale ciascuno di questi corpi, entra nelle varie sue combinazioni, corrisponde *precisamente* al suo *peso molecolare*, e non già ad un sottomultiplo di esso, come nel caso di molecole costituita da più atomi.

# PARTE QUARTA

Giunti a questo punto delle nozioni generali le più importanti sull'argomento della *struttura molecolare dei corpi*, credo potermi arrestare per introdurmi in un altro campo non meno vasto, nè meno importante per noi, quello cioè *delle loro applicazioni allo studio della trasformazione chimica della materia*, principalmente nell'interesse della Chimica Organica, siccome quel ramo del quale mi spetta di preferenza trattare.

Avanti tutto sarà bene dimostrare come sia più conforme al vero l'esprimere *in atomi la composizione chimica dei corpi*, ossia che *ciascun simbolo, componente una formola, stia ad indicare l'atomo* e non già *la molecola* del corpo a cui esso si riferisce; nel qual ultimo senso si è usato sin qui dalla massima parte dei Chimici.

Su tale argomento mi basterà ricordare che molti fatti, ben stabiliti, ci mostrano che *i pesi equiv. ordinari* ($H^2 = 1$, ecc.), *i quali corrispondono a molecole costituite da più atomi, si dividono in questi ultimi, all'atto stesso della combinazione*

*chimica*; per cui è un fatto abbastanza provato che *dessa* avviene fra atomo e atomo, e non fra molecola e molecola, a meno però che quest' ultima non sia *eguale all' atomo.*

Deriva da ciò per necessaria conseguenza, che si devono preferire *le formole atomistiche*, giacchè desse non solo si trovano in accordo *colle antiche molecolari* nei rapporti proporzionali forniti dall' esperienza, ma di più sono anche l' espressione di quanto è avvenuto nella genesi di un composto (reazione fra atomo e atomo) e della sua struttura molecolare (unione di atomi e non di molecole.)

Tanto più poi la ragionevolezza di questa preferenza si appalesa, quando si consideri che si può benissimo conoscere *il peso atomico* di un corpo, e ignorarne tuttavia quello della sua *molecola*. Di ciò ne porge esempio molto a proposito il *Carbonio*. Questo corpo, non essendo volatile, non ci è dato perciò stabilire con sicurezza la *densità del suo vapore*, e nemmeno quindi dedurne il *suo vero peso molecolare*. Ma d' altra parte, conoscendosi esattamente la *composizione centesimale*, e il *peso molecolare* dei molti suoi composti *volatili*, si può sempre per ciascuno di essi determinare col calcolo la *quantità di carbonio* che vi entra. Ora, confrontando fra loro le varie quantità trovate di *questo elemento*, si scorge che la *più piccola, di cui le altre sono tutte un multiplo intero*, è = 12; e perciò si prende questa cifra come peso *dell' atomo del Carbonio*, e così, sebbene non si conosca il *vero peso molecolare* di questo elemento, potremo però sempre dire che *sarà* o 12, oppure *un multiplo esatto di* 12. Questo esempio ci torna poi di grande interesse, principalmente per le *formole dei corpi* Organici. Infatti: fra questi ne abbiamo

taluni che sono privi *d' Ossigene*, altri che non contengono *Azoto*, altri ancora senza *Idrogene;* ma non ve n'ha alcuno che manchi di *Carbonio.* Ora si vede bene che se volessimo rappresentarne la composizione, nell'idea che *ciascun componente* vi entri per *un multiplo molecolare*, e non per *un multiplo atomistico*, allora le formole stabilite in questo senso, oltre al trovarsi in opposizione col modo di condursi degli altri elementi organici, ( Idrogene, Ossigene, ecc.) nell'atto delle loro individuali combinazioni, sarebbero *contestabili* anche per rispetto al *Carbonio*,. perchè infatti non sappiamo se il peso della sua molecola sia veramente 12, o un multiplo di 12.

Sin qui abbiamo parlato di *costituzione molecolare dei corpi*, e di *formole chimiche*: Nel primo caso, *riferendosi soltanto al numero degl' atomi da cui è costituita una molecola*, nel secondo *dipingendo semplicemente il fatto trovato nel primo*, cioè *indicando coll' uso dei rispettivi simboli, la composizione atomica della molecola*, e non altro: e perciò non abbiamo impiegato che delle formole chimiche brute.

Inoltre abbiamo visto che *vi sono delle molecole di corpi organici*, le quali nell'atto della combinazione, *si dividono in parti più piccole* (atomi composti), precisamente come fanno le molecole di molti corpi semplici; colla sola differenza che, mentre quest'ultime si scindono in *atomi semplici*, invece le altre si partiscono in atomi composti, come ad es. la *molecola* dell' *Etile* $= C^4 H^{10}$, che si divide in $C^2 H^5 + C^2 H^5$ (*due atomi*), quelle del Cianogene $= C^2Az^2$ che si scompone in $CAz + CAz$ ( = a due atomi) ecc. ecc.

Qui però mi torna opportuno rimarcare come l'espres-

sione di *costituzione molecolare*, possa avere un senso *diverso*, a norma dell'idea che si vuole esprimere. Così alcuni l'impiegano per accennare al *modo con cui sono disposti gli atomi, o dei gruppi di atomi, nella molecola*, la quale perciò viene rappresentata in tal caso con una formola chimica che corrisponda all'idea concepita *sull' assettamento atomistico che si suppone nella molecola stessa*; e così si ha una *formola razionale*, la quale, com'è facile intendere, potrà per uno stesso corpo essere diversa, a seconda del concetto che deve esprimere. Così ad es. coloro che nel senso dualistico, considerano la *molecola di un Solfato*, come un *sistema doppio*, costituito dall'unione dell'*acido solforico*, e della *base*, rimasti egualmente formati, entro la molecola stessa, scompongono la *formola bruta* $SM^2O^4$, di un solfato, nell'altra razionale, $M^2O + SO^3 = M^2O,SO^3$. Ma come ben facilmente rilevasi, *non si può pretendere di esprimere con formole razionali, la vera posizione degli atomi nelle molecole, giacchè in realtà non sappiamo cosa sia avvenuto nell' interno della molec. d'un composto*: i nostri sensi non possono penetrarvi in modo alcuno; Quindi diremo che la *formola razionale* non può esser che *relativa all' idea seguita dall' autore, nello studio dei fatti*. Tutt'al più si può asserire che *questa formola sarà tanto meno arbitraria, quanto più fedele ai fatti*; e che *riescirà tanto più utile quanto maggiore sarà il numero dei fatti stessi che abbraccia*, e perciò *viepiù rilevante la somma delle analogie che rappresenta*. Così ad es. se taluno volesse prendere di vista *il modo di formazione del solfato di Potassa*, questo sale si potrebbe allora rappresentare almeno per *tre formole razionali differenti*:

$K^2O,SO^3$.... prodotto dell'unione dell'acido Solforico colla Potassa;

$K^2O,SO^2 + O$.... ottenuto dall'ossidazione del Solfito di Potassa;

$K^2S + O^4$... risultante dall'ossidazione del Solfuro di Potassio. =

Ma siccome fra queste tre formole, la *prima* è quella che può rappresentare *un maggior numero di fatti analoghi*, e principalmente *quello della trasformazione del solfato di Potassa, in altri solfati, per la semplice sostituzione di un altro ossido metallico, a quello alcalino già esistente:* oppure il *passaggio* del solfato di Potassa *ad un altro genere di sali, pel semplice rimpiazzamento dell' acido solforico, con un altr' acido qualunque*, così fu per queste ragioni che sino a qui si è preferita la prima formola dualistica suindicata, $K^2O, SO^3$, per rappresentare il solfato di Potassa; e così dicasi per qualunque altro sale. — Resta quindi convenuto, che la *formola razionale*, *non si deve accettare* come *l'espressione sicura del vero ordinamento degli atomi*, *in una molecola*, ma bensì *come mezzo artificiale per rappresentarci un certo numero di fatti*, che un corpo ci lascia scorgere, e i quali possono essere relativi, o alla sua formazione, o alla sua trasformazione, secondo il punto di vista prescelto, il quale sarà tanto più apprezzabile, quanto maggiore sarà il numero dei *rapporti* e *delle analogie* che ci richiama.

Ora, dopo aver considerato qual valore si debba dare *ad una formola razionale*, ci sarà facile lo scorgere, che *il mezzo più opportuno per stabilirla, saranno le sue reazioni;* giacchè non è che per queste che si possono precisare i veri

rapporti chimici, che un corpo ha con tutti gli altri; al punto tale che anzi *le reazioni*, purchè bene osservate, *formano la base della classificazione chimica naturale.*

In tal caso ne verrà di conseguenza che i *corpi*, i quali mostreranno delle reazioni chimiche *analoghe*, si potranno anche rappresentare con *formole chimiche analoghe*, *o*, come si dice, *avranno tutti uno stesso tipo di formola razionale;* e sebbene con essa, come dissi già, non si possa pretendere d'indicare *il vero assettamento degli atomi*, cionullostante sarà sempre giusto il dire, in massima generale, che *questo deve essere eguale in tutti quei corpi i quali hanno reazioni chimiche analoghe*; in altri termini: *se la formola razionale basata sulla reazione, non ci può dipingere nel senso dell'ordinamento atomistico il fatto reale, ci stabilisce però l'idea;* cioè *analogia di reazione, e uguaglianza di assettamento.*

Da ciò ne viene di necessità, che *tutti i corpi a reazioni chimiche analoghe fra loro*, si dovranno sempre rappresentare *con uno stesso tipo di formola*; appunto perchè, ripeto, nel medesimo tempo che in tal caso questa ci esprime la reazione, ci avverte ancora dell'ugnaglianza nella disposizione degli atomi.

Intanto siccome *le reazioni* sono il mezzo più essenziale *per stabilire le analogie chimiche dei corpi fra loro*, e poichè d'altra parte *tutti i corpi che hanno lo stesso tipo di formola razionale*, *sono analoghi fra loro*, così di questi potremo sempre farne *una famiglia a parte*, col vantaggio, in tal caso, che una volta intese bene *le reazioni di uno*, potremo già *prevedere quelle degli altri a lui analoghi.*

Ora dietro tutto questo, si vede facilmente come lo *stesso*

*principio*, che di preferenza deve guidarci per stabilire *le formole razionali*, serva eziandio di base la più soda, per la *classificazione chimica naturale dei corpi*. Infatti: *classificare*, vuol dire *unire* per *analogia; ora la reazione* è il mezzo più sicuro e più generale per stabilire le naturali analogie chimiche dei corpi fra loro; e d'altronde i chimici sono d'accordo nell'ammettere che il senso della *formola razionale*, dev'essere quello *della reazione chimica*, e non già *della posizione reale degli atomi, o gruppi di atomi nelle molecole*. È ben vero che per uno stesso corpo si possono avere *diverse formole razionali*, a norma delle riazioni speciali, a cui si vuole accennare, e delle idee con cui queste vengono interpretate; ma però sarà sempre da preferirsi a qualunque altra, quella formola che presenta il vantaggio di *essere diretta da un concetto il più generale che sia possibile; e di rappresentare il maggior numero di riazioni.*

Quindi ben di leggieri si comprende che quando, in questo senso *si potessero modellare sopra pochi Tipi, le formole razionali di tutti i corpi, tanto minerali che organici*, si verrebbe così *a semplificare ammirabilmente l' esposizione delle chimiche riazioni*, e perciò anche il piano della *classificazione.*

Questo tentativo venne felicemente raggiunto da *Gehrardt*, il quale ha rapportati *a soli quattro tipi fondamentali*, tutte le combinazioni chimiche; cioè all'*Idrogene, Acido Idroclorico, Aqua, Ammoniaca;* i quali tutti si possono, secondo Wurtz, ridurre *ad un tipo solo*, cioè l'*Idrogene*. Infatti l'*Acido Idroclorico* si può derivare da una molecola d'Idrogene, nella quale un atomo di questo elemento, è sostituito da un

altro di Cloro; il *tipo Aqua* rappresenta *due molecole d' Idrogene*, *condensate in una sola* $= H^4$, nella quale $H^2$ è rimpiazzato da un *atomo d' Ossigene* radicale biatomico, quindi $= H^2$ (O); *il tipo Ammoniaca* si può derivare da un gruppo risultante *dalla condensazione di tre molecole d' Idrogene, in una sola*, $= H^6$, e nella quale *tre atomi* di Idrogene sono stati sostituiti *da un atomo di Azoto*, che in tal caso si può considerare come *un Radicale triatomico.* Ricordiamoci che la capacità di saturazione degli atomi, può variare e colla *loro natura chimica*, e anche a seconda *della combinazione speciale* nella quale entrano; Così l'Atomo di Mercurio è *monoatomico* nel Protocloruro, ed è *biatomico* nel Deuto-cloruro, per cui anche l'*Azoto*, nell'Ammoniaca, può considerarsi come *Radicale triatomico.*

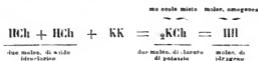
Ad ogni modo però fra questi quattro tipi, quelli più comunemente impiegati, sono tre; cioè: l'*Idrogene*, l'*Aqua*, e l'*Ammoniaca*; potendo essi abbracciar tutti quanti i composti, si Minerali che Organici, i *meglio* studiati.

Prima di passare all'applicazione di questo nuovo, semplice, e utilissimo metodo generale di Classificazione, stimo necessario premettere alcune considerazioni, le quali, oltre al tornarci opportune in questo argomento, ci riesciranno anche interessanti, perchè segnano un periodo luminoso nella Storia della Chimica.

Quando parlavo della *costituzione molecolare dei corpi*, ho detto che le molecole di molti corpi, per l'azione delle forze chimiche, si dividono in parti più piccole, ossia in *atomi.*

Ora è necessario far qui notare che da tutto quanto

abbiamo appreso, risulta, che *mentre si può isolare la molecola di un corpo*, non è dato fare altrettanto *del suo atomo*. Questo *non si ottiene mai libero*, ma sempre in *combinazione*, e quando da essa si svincola, avviene che, o *si unisce ad uno o più atomi della sua propria natura, per ricostituire così la rispettiva molecola*, oppure *ad atomi di natura diversa, per formare una molecola mista*, o molecola *eterogenea*. Cosi nel caso dell'acido Idroclorico col Potassio:

$$\underbrace{HCh + HCh}_{\text{due molec. di acido idroclorico}} + KK = \overbrace{\underbrace{{}_2KCh}_{\text{due molec. di cloruro di potassio}}}^{\text{molecole miste}} = \overbrace{\underbrace{HH}_{\text{molec. di idrogeno}}}^{\text{molec. omogenea}}$$

L'*isolamento dell'atomo* non si può ammettere che inclusivamente, nel caso in cui la molecola *sia costituita da un solo atomo.*

Dietro tutto ciò, nell'interesse di quanto verremo esponendo fra poco, ci sarà utile il ricordare che *l'atomo*, per rispetto alla molecola, non è altro *che quella più piccola quantità, la quale, o per se stessa; o per un multiplo intero passa dalla sua propria molecola in quella dei vari composti ai quali dà origine.*

Ora considerato l'*atomo* come *il generatore della molecola*, abbiamo visto chiamarsi ancora col nome di *Radicale*, e così si hanno degli *atomi o radicali semplici*, come ad es. quello dell'Idrogene $= H$, e degli *atomi o radicali composti*, come quello dell'Etile $= C^2H^5$ ecc.

Però vi è stato un tempo in cui la parola *Radicale*, venne in Chimica impiegata nel linguaggio di una dottrina celebre, sostenuta da Liebig, quella cioè dei *Radicali*. Rileveremo

però fra poco come questo termine avesse un senso troppo esteso ed assoluto.

Un *radicale* si definiva come un *corpo semplice*, oppure *composto* facente funzione di corpo semplice, *isolato o isolabile, e vero generatore* del gruppo in cui veniva da questa dottrina ammesso.

Quei *radicali composti*, la cui funzione elettro-chimica si ragguagliava a quella dei corpi semplici elettro-negativi, formavano i *Radicali elettronegativi*; Quelli poi che sotto questo rapporto si pareggiavano ai metalli, si chiamavano in generale *Radicali elettropositivi*, o *Radicali metallici.*

Queste vedute ricevettero una grande importanza, specialmente per la Chimica *Organica*, lo studio della quale venne da esse regolato a tal punto, che Liebig la definì *la Scienza dei Radicali composti*, per distinguerla dalla Chimica *minerale*, che perciò da Lui fu detta la *Scienza dei Radicali semplici.*

Come esempio di un radicale organico elettronegativo, si può citare il Cianogene, che veniva rappresentato con $C^2Az$ (1); per rispetto poi ai radicali organici elettropositivi, o metallici, si può addurre ad esempio l'Etile, che era indicato con $C^4H^5$ (2), e considerato come il generatore dell'alcol vinico o alcol etilico, prodotto dalla fermentazione spiritosa dei liquidi Zuccherini.

L'*Etile* si paragonava, come ho già premesso, ad un metallo ordinario; e così si ammise che, nella stessa maniera che possiamo avere *un ossido, un idrato, un cloruro, un*

)1) $C = 6$; $Az^2 = 14$.
(2) $C = 6$; $H^2 = 12.1$

*solfuro*, *un sale*, *d' un metallo*, si avesse anche *l' ossido*, *l' idrato*, *il cloruro*, *il solfuro*, *un sale d' Etile.* Questo *parattelismo ideale*, espresso nel senso *dualistico*, si potrà meglio rilevare nei derivati delle seguenti due *Serie.*

| Metallo = M | | | Etile = $C^4H^5$ (1) | |
|---|---|---|---|---|
| MO = | Ossido metallico. | | $C^4H^5O$ | Ossido d' Etile |
| MO,HO . | Idrato | » | $C^4H^5O,HO$ | Idrato d'Ossido d'Etile, o Alcole. |
| MCh . . | Cloruro | » | $C^4H^5Ch$ | Cloruro d' Etile o Etere Cloridrico. |
| MS . . | Solfuro | » | $C^4H^5S$ | Solfuro d' Etile. |
| $MO,SO^3$ . | Solfato | » | $C^4H^5O,SO^3$ | Solfato d'ossido d' Etile. |

(Sappiamo già qual valore scientifico si debba dare al-
» l'espressione ordinaria, *idrato d'un ossido metallico* (pag.17);
» ad ogni modo però solo per essere fedeli alla Storia della
» dottrina dei Radicali suaccennata, riportiamo in senso dua-
» listico la formola generale degli idrati metallici, e quella
» corrispondente dell' idrato d' ossido d' Etile come venivano
» addottate in quel tempo.)

Questa dottrina chimica universale dei Radicali, sebbene molto arbitraria, rappresentava già un grande concetto, quello cioè *dell' unità chimica*, vale a dire di ravvicinare, anzi fondere in una le idee che si avevano separatamente delle due Chimiche, minerale, ed organica, risguardate dapprima in modo assoluto, come due cose fra loro radicalmente diverse in natura.

(1) C = 6, $H^2$ = 1, O = 8, S = 16, $Ch^2$ = 35,5.

Intanto si conoscevano il *Cianogene*, il *Cacodile*, il *Mellono*, radicali organici già isolati, i quali appunto, sebbene composti, si comportano come corpi semplici: inoltre poi dall'Alcole vinico, o Etilico, si ottenne in seguito un *Carburo d' Idrogene*, la cui composizione centesimale fu trovata corrispondere alla formola teorica ammessa per l' Etile = $C^4H^5$; non solo, ma altri *Carburi analoghi* all' Etile, si estrassero da *altri corpi*, che si comportano chimicamente come l' Alcol Etilico, e perciò questi nuovi carburi vennero considerati ognuno come l' *Etile rispettivo* dell' Alcole *speciale* a cui si riferivano. Cosi si ammisero l' Etile *metilico* o *Metile* = $C^2H^3$, l' Etile *Propilico*, o *Propile*, = $C^6H^7$, l' Etile *Butilico*, o *Butile* = $C^8H^9$; (1) tanto più che anche per essi la *rispettiva formola*, assegnata dalla *teoria*, fu vista poi in rapporto colla *composizione centesimale* trovata per l' esperienza; sicchè per tutti questi fatti, parve abbastanza sodamente stabilita la *Dottrina dualistica dei Radicali Organici*.

Ma in seguito *più rigorose considerazioni* apportate sulle formole degli *Etili*, e fatti *nuovi* moltiplicati ed esatti, mostrarono *l' arbitrio* e l' *insussistenza* di questa *dottrina*, data come *universale*.

E così prima di tutto era erroneo il dedurre la formola dalla *composizione centesimale*, la quale, come sappiamo dalle nozioni le più elementari, non può *di per sè sola*, condurci a stabilire la *vera formola* di un corpo; e infatti esperienze ulteriori molto importanti e decisive, mostrarono che il preteso *Etile isolato*, non era già quello ammesso nell' Alcol

(1) $C = 6$, $H^2 = 1$.

$= C^4H^5$, ma bensì di una formola doppia di questa, ossia $C^8H^{10}$.

Di più venne in seguito dimostrato che *questo Etile isolato non ha* più attinenza di gruppo coll'Alcole vinico, da cui si è ottenuto; giacchè, se altrimenti fosse, si dovrebbe, col mezzo della sua *ossidazione*, produrre l'*ossido di Etile o Etere*; colla successiva sua *idratazione*, avere l'*Idrato d'ossido d'Etile, o Alcole*; colla *sua combinazione col Cloro*, formare il *Cloruro d'Etile*, *o Etere Idroclorico*. Ora, niente di tutto questo si avvera; ma invece, come vedremo nel progresso de'nostri studi, *questo preteso Etile*, mostra per le sue reazioni d'appartenere ad un gruppo tutto diverso dall'*Alcole Etilico* da cui si è tratto. Da ultimo sarà bene aggiungere ancora, essersi avvertito da vari, sin da principio, che il *Cloruro e l'Ossalato di Etile*, considerati,— nel senso assoluto della teoria dualistica dei radicali Organici — come analoghi ai corrispondenti *Cloruri e Ossalati dei Metalli* propriamente detti, non sono capaci, *il primo* della solita doppia decomposizione coi sali *d'Argento*, da cui Cloruro d'Argento, *il secondo* con quelli di *Calce*, da cui Ossalato di Calce.

Quanto dico qui pel Cloruro, e per l'Ossalato d'Etile, si può ripetere per tutte le altre pretese combinazioni di questo radicale.

Sicchè adunque da tutti questi fatti, e da tutte queste considerazioni, se ne trasse che non si poteva ritenere l'*Alcole Etilico* come l'*Idrato d'Ossido d'Etile.*

Le obbiezioni poi che ho accennate intorno all'*Etile*, tratto dall'*Alcol Vinico*, si possono estendere a tutti gli altri pretesi *Etili* dei diversi alcoli, e così ben facilmente si rile-

verà come in seguito a tutto ciò, la *Dottrina dualistica dei Radicali Organici*, abbia dovuto cessare di regnare universalmente e in modo affatto assoluto.

In seguito poi, vista *l' erroneità* di questa dottrina, Gehrardt impiegò la parola *Radicale*, non già *nel senso di corpo isolato ed isolabile*, e come *vero generatore del gruppo*, ma bensì in quello di *semplice residuo*; e perciò alla teoria dei *Radicali* di Liebig, sostituì quella dei *Residui*. Egli considerò *come residuo* quella parte di un gruppo la quale viene trasportata nei vari composti, che quel gruppo stesso può generare.

Da ciò quindi si vede che, *sotto questo punto di vista*, l'Autore non intende di indicare altro che dei *semplici rapporti*, cioè *cos' è la molecola avanti la sua trasformazione, e a che cosa si è ridotta nelle varie combinazioni in cui è passata.* Così ad es. nelle diverse trasformazioni dell'Alcol Etilico $= C^2H^6O$, (1) si trova che è il gruppo $C^2H^5$, che passa dall' *alcole* negli altri composti, ai quali quest' ultimo corpo dà origine; e perciò $C^2H^5$ venne da Gehrardt considerato come *il residuo o radicale* dell'Alcol etilico, e fu in questo senso soltanto che per denominarlo, lo chiamò *Etile.* Infatti trattando l'Alcole per un idracido, ad es. l' Idriodico, si ottiene il gruppo $C^2H^5I$ ( Etere iodidrico, o ioduro d'Etile); trattandolo invece per un ossiacido, come l'Azotico, si ha il composto $C^2H^5AzO^3$ (etere Azotico, o Azotato di Etile); facendo reagire fra loro l'*Etere Iodidrico e l' Ammoniaca*, si forma il gruppo $C^2H^7Az$, che possiamo considerare come

(1) $C = 12$, $H = 1$, $O = 16$.

*Ammoniaca* nella quale un atomo d'Idrogene è sostituito da $C^2H^5$:

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}H\\H\\H\end{matrix}\right\}Az}_{\text{ammoniaca semplice}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\\H\end{matrix}\right\}Az}_{\text{ammoniaca etilica}}$$

In tutti questi composti si vede chiaro che dell'Alcole etilico, è sempre il gruppo $C^2H^5$, che viene trasportato nelle combinazioni; al punto tale che possiamo scomporre la formola $C^2H^6O$ dell'alcole, in $C^2H^5 + HO$, e per tal modo rappresentarci tutte le reazioni di questo corpo: Difatto nel primo caso avremo: $\underbrace{C^2H^5 + HO}_{\text{alcole}} + \underbrace{HI}_{\text{acido idroiodico}} = \underbrace{C^2H^5I}_{\text{etere iodidrico}} + \underbrace{H^2O}_{\text{aqua}}$

Nel secondo caso $\underbrace{C^2H^5 + HO}_{\text{alcole}} + \underbrace{AzO^3H}_{\text{acido azotico}} = \underbrace{C^2H^5AzO^3}_{\text{etere nitrico}} + \underbrace{H^2O}_{\text{aqua}}$

Nel terzo caso $\underbrace{C^2H^5I}_{\text{etere iodidrico}} + \underbrace{AzH^3}_{\text{ammoniaca}} = \underbrace{Az\left\{\begin{matrix}H^2\\C^2H^5\end{matrix}\right.}_{\text{ammoniaca etilica}} + \underbrace{HI}_{\text{acido idroiodico}}.$

Da ciò si rileva dunque che Gehrardt nello scomporre *idealmente* la formola dell'Alcole in $C^2H^5 + HO$, non voleva esprimere altro che ***l'andamento che tiene la molecola dell'alcole nelle varie sue reazioni***: ma non già ***l'assettamento degli atomi nella molecola dell'alcole.*** Di questo l'Autore non se ne cura, perchè effettivamente, come ho già detto in altro luogo, noi non possiamo vedere entro la malecola come vi siano disposti gli atomi.

Concludendo dunque abbiamo, che Gehrardt non ammette i *Radicali organici* nel senso di un corpo *isolato*, *o isolabile*, e di *generatore diretto* del *gruppo*; ma solo in quello semplicemente *di residuo*; e che inoltre egli non pretende con

ciò di indicare che questo *residuo* entri come *tale nell' ordinamento atomistico proprio della molecola organica, a cui si riferisce*, ma solo vuole esprimere *quella parte dell' intero gruppo molecolare*, la quale passa nelle varie combinazioni; Così nell' esempio sovracitato, Gehrardt non s' intende che *nella molecola dell' alcole gli atomi vi siano realmente disposti secondo la formola* $C^2H^5+HO$, ma bensì che il *gruppo* $C^2H^5$, *è quella porzione di questo corpo, la quale viene trasportata nei vari composti a cui esso può dare origine*; in una parola; *le formole razionali dell' autore*, stabilite secondo la sua teoria dei residui, *non alludono all' assettamento atomistico*, ma sibbene *alla reazione chimica.*

Ora dietro tutto ciò si vede che, tanto Gehrardt che Liebig, sono d'accordo finchè si tratta del fatto, che *il gruppo* $C^2H^5$ *sia quella parte dell' alcole la quale passa nelle varie combinazioni;* ma che si trovano poi in perfetta opposizione *sull' ufficio, e sul posto di* $C^2H^5$ *entro la molecola dell' alcole.*

Però vedremo a suo luogo, come Gehrardt abbia esagerato *nel concetto assolutamente negativo* che si è fatto sui radicali organici, come vengono ammessi dalla scuola di Liebig, giacchè, sebbene l' idea di *radicale*, nel senso di *residuo*, emessa da Gehrardt, comprenda senza dubbio il più gran numero di casi, cioè i *radicali monoatomici*; pure oggi dev' essere di necessità modificata, principalmente dopo la scoperta dei *Radicali organici biatomici*, già *isolati*, e i quali danno i rispettivi composti per *semplice combinazione chimica*, o a meglio dire, per *semplice addizione di nuovi elementi all' intero radicale biatomico;* precisamente come l' acido solforoso unendosi all' Ossigene, produce l' Acido

solforico. Così ad es. abbiamo l'*Etilene*, $C^2H^4$, che è un *radicale biatomico*. Questo corpo è gazzoso, e forma la parte più importante del gaz da illuminazione; però si può ottenerlo anche dall' Alcol Etilico; desso si combina integralmente col Cloro, e produce il composto conosciuto sotto il nome di *Liquore degli Olandesi*, o meglio *Cloruro di Etilene*, della formola $C^2H^4Ch^2$; inoltre si unisce all' Ossigene formando l' *Ossido d' Etilene* $C^2H^4O$. Vi sono pure altri Carburi organici, che si comportano come l' Etilene; ma sì di questo che degli altri ce ne occuperemo in modo più speciale a suo tempo.

Questi nuovi fatti poi della Chimica Organica ravvicinati al modo di comportarsi dell' *ossido di Carbonio*, dell' *acido Solforoso*, dell' *acido Azotoso*, ognuno dei quali può combinarsi per semplice addizione coll' Ossigene, formandosi così gli acidi *Carbonico*, *Solforico*, *Nitrico*, convincono sempre più che vi possono essere *dei radicali composti isolati ed isolabili*, aventi *la stessa formola*, tanto *liberi* che in *combinazione*, e capaci di produrre delle combinazioni chimiche, per semplice addizione di nuovi Elementi all' intera loro rispettiva molecola. E così la celebre *teoria dei Radicali composti*, la quale abbiam visto alla sua volta ora difesa, ora attaccata, si rialza sempre, mostrando con ciò come dessa entri nei veri fondamenti della Scienza.

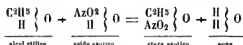
Intanto però sia che si tratti di *radicali* nel senso di *residuo*, ammessi da Gehrardt, o di *radicali*, isolati e isolabili, a norma delle ultime scoperte, starà sempre il fatto che tanto cogli uni, che cogli altri, potremo scorgere *i rapporti che presentano fra loro i corpi*, *nelle varie reazioni chimiche*; e perciò ne verrà di conseguenza che *costruendo le formole*

razionali nel senso dei *Radicali Residui*, o in quello di veri *Radicali isolati*, noi avremo con ciò il mezzo più utile e più naturale, per far rilevare *i rapporti*, *le analogie fra i corpi*, nell' ordine importantissimo delle *reazioni chimiche.*

Ora per tal scopo volendo rapportare un corpo qualunque *ad uno dei quattro tipi fondamentali* di Gehrardt, all' Aqua p. es. si vede facilmente come debba essere necessario di *combinare o disporre la sua formola razionale* in maniera tale, che si possa scorgere a prima vista *qual' è quella parte dell' intero gruppo la quale passa da un composto all' altro*, nel gioco delle varie reazioni chimiche.

L'Aqua abbiamo già dimostrato com' oggi si debba rappresentare colla formola $H^2O = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O$, e fare doppio dell' antico il suo peso molecolare, ossia = 18. Ora addottandola come tipo, supponiamo p. es. di voler rapportare ad essa la formola dell' Alcol Etilico = $C^2H^6O$, e quella dell' acido Azotico = $AzHO^3$. Siccome nell' alcole, la parte $C^2H^5$, è quella che passa nelle varie combinazioni alle quali esso da luogo, così ne *disporremo la formola molecolare* nel modo seguente: $\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\} O$; egualmente quella dell' Acido Azotico verrà $\left.\begin{matrix}AzO^2\\H\end{matrix}\right\} O$, giacchè nella molecola $AzHO^3$ di quest' acido, è la parte H, o la parte $AzO^2$ che passano da un gruppo all' altro. Infatti: l' Acido Azotico si trasforma in *Azotato* di un *metallo* propriamente detto, cambiando il suo Idrogene con un metallo qualunque, per modo che la formola generale degli Azotati è $\left.\begin{matrix}AzO^2\\M\end{matrix}\right\} O$, parallela a quella dell' Aqua = $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O$, nella quale i

due atomi di Idrogene sono stati sostituiti, l'*uno* dal *residuo*, o *radicale*, $AzO^2$, e l'*altro* da M. Come pure facendo reagire quest' acido sopra le sostanze organiche, a meno che non siano basi organiche, si ha nel maggior numero dei casi, che — come vedremo — è il residuo $AzO^2$ il quale vien trasportato nella nuova combinazione. Così ad es. coll'*Alcol Etilico*, produce l'*Etere Azotico*, la cui formazione si può assai bene esprimere rappresentando l'Alcol, e l'Acido, colle rispettive formole modellate sul tipo Aqua.

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^5\\H\end{matrix}\right\}O}_{\text{alcol etilico}} + \underbrace{\left.\begin{matrix}AzO^2\\H\end{matrix}\right\}O}_{\text{acido azotico}} = \underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^5\\AzO_2\end{matrix}\right\}O}_{\text{etere azotico}} + \underbrace{\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}O}_{\text{aqua}}$$

Gli esempi qui citati per la formola razionale dell'Alcole Etilico, e dell'Acido Azotico, valgono anche per la numerosissima serie di tutti gli altri corpi *neutri* od *acidi*, i quali hanno la stessa capacità di saturazione dei due corpi predetti. Vedremo poi come ammettendo la *condensazione di più molecole d'Aqua*, in *una sola*, possa un tal corpo servire egualmente di *molecola Tipo* per quei composti che hanno una capacità di saturazione *multipla* di quella dell'Alcole e dell'acido Azotico.

Sicchè adunque i *rapporti naturali* che passano fra i *corpi reagenti*, e i *prodotti*, si rilevano nettamente coll'uso delle formole razionali, modellate sui tipi fondamentali di Gehrardt.

# PARTE QUINTA

A questi cenni, preposti per comprendere meglio lo spirito scientifico che ha diretto Gehrardt a *stabilire*, e la generalità dei Chimici odierni ad *ammettere*, le nuove formole razionali, debbo, per rendere l'uso di esse meglio inteso e famigliare, premettere alcune altre considerazioni sul valore dell'espressioni di *monatomica*, *biatomica*, *triatomica*, ecc. applicate nel linguaggio di queste formole, *alle molecole libere* dei vari corpi composti.[1]

Queste denominazioni in tali casi accennano alla *capacità di saturazione molecolare del gruppo*, e la quale si desume, ordinariamente, dal *numero degli atomi d'Idrogene della molecola, sostituibili, nelle varie reazioni di essa, dagli altri corpi*. Dietro ciò si ammette ancora che *quella parte (radicale isolabile*, oppure *radicale residuo*), *dell'intero gruppo molecolare, la quale passa nelle varie combinazioni, tenga, si in queste, che nella sua molecola primitiva, il posto di tanti atomi d'Idrogene, quanti sono quelli sostituibili, contenuti nell'intero gruppo primitivo a cui appartiene*; per cui diremo

che la *capacità di saturazione molecolare* di un corpo composto, stabilita in questo senso, ci fa conoscere inclusivamente anche quella *del suo radicale.* —

Ora *una molecola* si dice *monoatomica*, quando contiene *un solo atomo* d' Idrogene sostituibile; *biatomica* se ne contiene *due*; quando *tre, triatomica ecc*; e quindi con eguale appellattivo si indica anche il *rispettivo Radicale.*

Dietro *queste vedute*, basate sul fatto *naturale* delle reazioni chimiche, la *formola razionale di un corpo* si dovrà stabilire in modo da indicare ad un tempo e *la quantità d' Idrogene sostituibile*, e *l' atomicità del rispettivo radicale*; ciò che si esprime benissimo colle formole razionali, ragguagliate ai tipi fondamentali di Gehrardt. — Infatti p. es. nell' *Alcol Etilico*, abbiamo *un atomo* d' Idrogene rimpiazzabile, e quindi diciamo che quest' alcole è *monoatomico*; e così pure qualifichiamo il suo *radicale residuo* $C^2H^5$; per cui in questo senso la formola razionale dell' Alcole, sarà formata da

$C^2H^5 + H + O = \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O$, appartenente al tipo $\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O$. — Anche nell' *Acido Azotico* vi entra *un solo atomo* d' Idrogene *sostituibile*, e quindi la *molecola* di quest' acido, non che il suo *radicale* $AzO^2$, sono *monoatomici*, e la sua *formola razionale* sarà $= \left.\begin{matrix} AzO^2 \\ H \end{matrix}\right\} O$.

Invece l' *Acido Solforico* contiene *due* atomi d' Idrogene sostituibile, e perciò la sua molecola è *biatomica*; e tale è pure considerato il suo radicale $SO^2$ *(Solforile)*. Vi è anche un' alcole particolare, che unitamente ad altri analoghi studieremo a suo tempo, e conosciuto sotto il nome di *glicole*

$C^2H^6O^2$. Desso contiene *due atomi* d' Idrogene sostituibile, e per conseguenza la sua molecola, e il suo radicale $C^2H^4$ (Etilene), sono *biatomici*; e di più la sua formola razionale è espressa da

$$\left.\begin{matrix} \underset{\text{radicale}}{(C^2H^4)} \\ \underset{\text{idr. g. sostituibile}}{H^2} \end{matrix}\right\} O^2$$

Dietro tutto ciò adunque si vede che l'*Idrogene*, come serve di termine di confronto per stabilire la capacità di saturazione di molti atomi semplici (atomi o Radicali *elettro positivi*), serve ancora *per fissare quella molecòlare dei corpi composti*; colla sola differenza che nel *primo caso* si accenna a quanti atomi d' Idrogene, equivalga *l' atomo, o radicale semplice*, nelle varie sue combinazioni, mentrechè nel secondo si vuole indicare principalmente *quanti atomi d' Idrogene sostituibile, siano contenuti nell' intera molecola.*

Ora dopo tutte queste considerazioni preliminari, esposte, lo ripeto, nello scopo precipuo di porre più in chiaro, che mi fosse possibile, il vero concetto scientifico delle nuove formole razionali di Gehrardt, non che per intendere il linguaggio che si tiene nel loro impiego, verrò alla diretta applicazione, seguendo in ciò l'uso più comune di restringere soltanto a *tre* i tipi fondamentali: cioè, all' *Idrogene, Aqua*, ed *Ammoniaca*; sebbene, come ho gia avvertito, secondo Wurtz si possano ridurre ad *un solo*, ossia all' *Idrogene.*

Il congegno con cui sono costruite queste formole razionali, è *strettamente legato* alla rispettiva *capacità* di *saturazione dei corpi*, vista nel senso poc' anzi accennato. Ora se

il gruppo molecolare è *monatomico*, la sua formola si rapporta a quella di *una molecola semplice d' Idrogene, d' aqua* o *di ammoniaca*, a seconda del caso speciale. Così la molecola di Potassio $= \begin{matrix} K \\ K \end{matrix}$, quella del Cloruro d' Idrogene $= \begin{matrix} H \\ Ch \end{matrix}$, e quella dell' Etile $= \begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}$, appartengono al tipo semplice, *Idrogene* $= \begin{matrix} H \\ H \end{matrix}$.

L' ossido di Potassio $= \left.\begin{matrix} K \\ K \end{matrix}\right\} O$, l' ossido d' Etile, o Etere, $= \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ C^2H^5 \end{matrix}\right\} O$, l' Alcol etilico $= \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O$, l' acido Azotico $= \left.\begin{matrix} AzO^2 \\ H \end{matrix}\right\} O$, essendo tutti gruppi *monatomici*, si riferiscono al tipo semplice Aqua $= \left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O$; E così pure l'*Ammoniaca Etilica* $C^2H^7Az$, si fa corrispondere all'Ammoniaca ordinaria $\left.\begin{matrix} H \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az$, e quindi nel senso razionale si rappresenta $= \left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \\ H \end{matrix}\right\} Az$, ossia come ammoniaca semplice, in cui un atomo d' Idrogene è rimpiazzato da un atomo di Etile. =

Quando invece la molecola è *Biatomica*, allora: o si rapporta *al tipo Idrogene*, e in tal caso basta semplicemente aggiungere alla formola del corpo il solito *segno dei radicali biatomici*, ossia le due linee verticali, o le due virgole, al posto dell'esponente matematico, per indicare appunto che *quel tal gruppo*, nelle varie combinazioni, tiene il posto di due atomi d' Idrogene; come ad e. l' *Etilene* si rappresenta $(C^2H^4)''$: lo *Zinco* che è pure *biatomico* s'indica con $Zn''$; oppure il gruppo *biatomico* in esame corrisponde all' *Aqua*, o all'*Am-*

***moniaca***, e in questo caso il ***suo tipo rappresentativo*** viene ***formato dalla condensazione di due molecole semplici in una sola, del tipo fondamentale*** (Aqua od Ammoniaca), a cui quel dato gruppo si riferisce; e perciò il tipo rappresentativo, Aqua, sarà $= \underbrace{H^4O^2}_{\text{molec. doppia d' aqua}} = \left.\begin{matrix} H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^2$; e quello dell'Ammoniaca $= \underbrace{Az^2H^6}_{\text{molec. doppia di ammoniaca, o diamina}} = \left.\begin{matrix} H^2 \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2$. Cosí ad es. la formola razionale del gruppo biatomico — Acido solforico — sarà $= \left.\begin{matrix} (SO^2)'' \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^2$; quella dell'alcol derivato dall'Etilene ossia Alcol Etilenico, o Glicole, viene $= \left.\begin{matrix} (C^2H^4)'' \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^2$; composti questi riferibili entrambi al tipo multiplo $\left.\begin{matrix} H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^2$. Egualmente l'***ammoniaca biatomica*** derivata dall' Etilene (***Ammoniaca Etilenica***, o ***Etilene-diamina*** $= C^2H^8Az^2$), si indica colla formola razionale $= \left.\begin{matrix} (C^2H^4)'' \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2$, siccome fatta derivare dal tipo ***multiplo Diamina*** $= \left.\begin{matrix} H^2 \\ H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} Az^2$, nel quale due atomi d' Idrogeno sono sostituiti dal ***radicale biatomico Etilene***.

Se poi il composto è ***triatomico***, allora la sua formola razionale si rapporta ad un multiplo ***triplo*** del corrispondente tipo semplice fondamentale; e perciò si ammette come ***triatomico***, anche il ***Radicale*** del composto stesso, ossia che vi tenga il posto di tre ***atomi*** d' Idrogene. — Cosi ad es. quando parleremo dei ***corpi grassi***, apprenderemo che dessi risultano dall'unione particolare di un acido con un gruppo ***triatomico***

comune a tutti i grassi, e ordinariamente conosciuto sotto il nome di *Glicerina*, o *principio dolce* dei *grassi* $= C^3H^8O^3$ Questo corpo è *triatomico*, come diceva, e viene riferito al tipo Aqua; e perciò il suo *tipo rappresentativo fondamentale*, sarà il *triplo della molecola* semplice dell' aqua, ossia $H^2O \times 3 = \left.\begin{matrix} H^3 \\ H^3 \end{matrix}\right\} O^3$, e la sua formola razionale $= \left.\begin{matrix} (C^3H^5)''' \\ \text{glicerile} \\ H^3 \end{matrix}\right\} O^3$, ossia una molecola tripla di aqua, in cui tre atomi d' Idrogene, sono rimpiazzati dal *radicale triatomico glicerile* $(C^3H^5)'''$. Abbiamo ancora un altro composto contenente il glicerile, e che studieremo a suo tempo sotto il nome di *Tricloridrina* $= C^3H^5Ch^3$, appartenente ad un multiplo del tipo semplice Idrogene, e precisamente a tre molecole di quest' ultimo corpo, condensate in una sola, $= H^2 \times 3 = \left.\begin{matrix} H^3 \\ H^3 \end{matrix}\right\}$, e nella quale *tre* atomi d' Idrogene sono sostituiti dal *radicale triatomico glicerile*, e gli altri tre atomi da altrettanti di Cloro; e perciò la formola razionale di questo composto clorurato sarà $= \left.\begin{matrix} (C^3H^5)''' \\ Ch^3 \end{matrix}\right\}$

Finalmente se un corpo fosse *tetratomico*, *pentatomico* ecc. si procederebbe in modo analogo, in quanto al congegno per indicare il *tipo rappresentativo fondamentale*, su cui modellare la sua formola razionale.

La quantità d' Idrogene *sostituibile* che appositamente si indica *a parte* nelle nuove formole razionali dei vari corpi, si considera come se appartenesse ancora al rispettivo tipo fondamentale; e perciò si chiama da Wurtz *Idrogene Tipico*: Cosi ad es. nella formola dell' alcol Etilico $\left.\begin{matrix} C^2H^5 \\ H \end{matrix}\right\} O$, l'a-

tomo d' Idrogene che vi si pone *isolato*, rappresenta l' *Idrogene tipico* riferibile al tipo fondamentale aqua $= \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} O$.

Infatti quest' Alcole si considera come aqua, la quale contenga ancora un atomo del suo Idrogene (*Idrogene tipico*), mentre che l' altro vi sarebbe rimpiazzato da un atomo d'*Etile*. Non occorre quindi dimostrare come nei composti *monatomici*, l' *Idrogene tipico* sarà espresso da H, nei *biatomici* da $H^2$, nei *triatomici* da $H^3$ e va dicendo.

Da queste premesse risulta che i *tipi rappresentativi dei gruppi poliatomici*, si fanno derivare dalla *condensazione* di varie molecole dei *tipi semplici*, o tipi primitivi, *in una sola*, ossia da *Tipi multipli*. — Intanto sarà bene soggiungere che la condensazione della materia, in questo senso, si verifica spesso, e più nettamente in Chimica Organica. Così ad es. nel progresso dei nostri studi apprenderemo che una delle caratteristiche generali della *serie Cianica*, si è quella di dare molti prodotti *condensati*, *o polimeri*: così ad es. il *Cloruro* di *Cianogene gazzoso* $= \left.\begin{matrix}CAz\\Ch\end{matrix}\right\}$ appartenente al tipo $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}$; di questo gruppo si conoscono *due* polimeri, cioè: il Cloruro *liquido* $= \left.\begin{matrix}CAz\\CAz\end{matrix}\right\} Ch^2$, riferibile al tipo condensato $\left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\} Ch^2$, o meglio $H^4 = \left.\begin{matrix}H\\H\end{matrix}\right\}\begin{matrix}H\\H\end{matrix}$; e il Cloruro solido $= C^3Az^3Ch^3$ $= \left.\begin{matrix}(CAz)^3\\Ch^3\end{matrix}\right\}$ rapportabile all'altro tipo *condensato* $H^6 = \left.\begin{matrix}H^3\\H^3\end{matrix}\right\}$, nel quale tre atomi d' Idrogene, sono sostituiti da altrettanti di Cianogene, e gli altri da tre di Cloro.

Inoltre vedremo che v'ha una numerosa serie di *Carburi*

di *Idrogene*, analoghi all' Etilene, i quali si possono considerare come *tanti multipli, o prodotti di condensazione molecalare di un carburo della formola* $CH^2$, e indicato col nome di *Metilene* così ad es. l' *Etilene* $C^2H^4$, corrisponderebbe al *primo grado di condensazione* $= CH^2 \times 2$; il *Propilene*, $C^3H^6 = CH^2 \times 3$; il *Butilene*, $C^4H^8 = CH^2 \times 4$; e così successivamente fino al *Melissene*, $C^{30}H^{60} = CH^2 \times 30$. Vedremo pure che l' *Alcole* Etilico, e tutti i corpi *analoghi* ad esso, possono perdere due atomi d' Idrogene, e trasformarsi così in un composto particolare, conosciuto sotto la denominazione generale di *Aldeide*, che vale appunto *Alcole disidrogenato*. Di queste Aldeidi ne abbiamo una per ogni alcole monoatomico, e impareremo che desse hanno in generale una grande tendenza a dare dei prodotti *polimeri*; ossia molte molecole del gruppo primitivo, riunite, o *condensate* in una soltanto. Questi pochi esempi che potrei moltiplicare d' assai, mi basteranno per dimostrare come in Chimica Organica il fatto della *condensazione molecolare*, o *Polimeria*, sia comunissimo.

Intanto siccome questi gruppi *condensati*, si possono ottenere isolati, così non può esservi quistione alcuna per ammetterli.

Quello che piuttosto può parere a tutta prima contestabile e arbitrario, si è l' idea di *condensazione dei tipi fondamentali* (Idrogene, Aqua e Ammoniaca); giacchè in realtà non si conosce isolatamente alcun gruppo polimero, rappresentato dalle formole

$$\underbrace{\left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\}}_{\text{due molec. d'idrogeno condensate in una}} = H^4;\quad \underbrace{\left.\begin{matrix}H^2\\H^2\end{matrix}\right\}O^2}_{\text{due mol. d'aqua condensate in una}} = H^4O^2 \text{ ecc.}\quad \underbrace{\left.\begin{matrix}H^2\\H^2\\H^2\end{matrix}\right\}Az^2}_{\text{due mol. d'ammoniaca condensate in una}} = H^6Az^2;\quad \left.\begin{matrix}H^3\\H^3\\H^3\end{matrix}\right\}Az^3 = H^9Az^3 \text{ ecc.}$$

Però dietro considerazioni un po' accurate, si giunge ben presto a rilevare che tutto questo non costituisce una seria obbiezione contro l'idea della condensazione dei tipi fondamentali, in rapporto ai composti poliatomici. Infatti in questi casi noi possiamo figurarci che più molecole del *tipo semplice, o tipo primitivo, perdano, ciascuna in una data riazione, un egual numero d' atomi d' un loro elemento*, p e. l' *Idrogene*. Ora se questi non venissero rimpiazzati da altri, in tal caso ognuna delle molec. sarebbe *decomposta*; che se poi avviene la sostituzione, allora il tipo molecolare *primitivo* si manterà *intatto*.

Intanto qui possiamo immaginare due casi:

1. Che l'atomo *sostituente* abbia la stessa *capacità* di saturazione dell' atomo *eliminato*, e allora *il numero* delle molecole primitive rimarrà inalterato, colla sola particolarità che *ciascuna* rappresenterà un prodotto di *sostituzione;* Così p. e. supponiamo d' avere *due molecole separate d' Idrogene* = $H^2 + H^2$, in ciascuna delle quali siasi eliminato un atomo, in modo da poterci graficamente rappresentare i rispettivi due residui = () H + ( ) H. Se in tal caso il *vuoto* di ciascuna molecola si riempirà con un atomo di *Cloro*, siccome questo ha la stessa capacità di saturazione dell' atomo eliminato d'Idrogene, così avremo egualmente *due* molecole Idrocloriche separate = (Ch) H + (Ch) H; ossia due molecole divise d' Idrogene, in ciascuna delle quali un *atomo* di esso è rimpiazzato da un *Radicale semplice*, monatomico al pari dell'Idrogene, cioè il *Cloro.*

2. Che l' atomo *sostituente*, abbia una capacità di saturazione più *elevata*, che quella dell' atomo eliminato, come

nel caso d' un *Radicale Poliatomico*, in confronto ad uno monatomico. Allora avverrà che il primo, potendo tenere il posto d' un certo numero di *atomi monatomici eliminati*, tutti *i rispettivi residui molecolari* si uniranno fra loro attorno al *radicale Poliatomico*, che perciò vi *sostituirà* gli atomi sottratti.

In tal caso siccome non è permesso ammettere che l'*atomo*, o Radicale, *Poliatomico*, si *suddivida* sopra i vari residui molecolari, giacchè l' *atomo* non è *divisibile*, così si è costretti ad ammettere che questi *ultimi si condensino in un gruppo solo*, tenuti, per così dire, in *sede* dal radicale poliatomico.

Immaginiamo p. e. d' avere tre molec. di Acido Idroclorico $= 3$ HCh $= H^3Ch^3$, sulle quali si faccia agire un metallo *triatomico*, l' Antimonio $=$ Sb‴; avremo sviluppo di Idrogene, e formazione di Cloruro d'Antimonio $=$ (Sb‴) $Ch^3$; ossia *tre* molecole di acido Idroclorico dalle quali si sono eliminati *tre* atomi d' Idrogene. Qui è facile convenire che i *tre* atomi di cloro, ognuno dei quali in tal caso rappresenta un residuo molecolare dell' acido Idroclorico, $=$
( ) Ch $+$ ( ) Ch $+$ ( ) Ch, si siano uniti in *un gruppo solo*, tenuto in *sede* dal radicale *triatomico* Antimonio, che perciò riempie il vuoto lasciato dai tre atomi d' Idrogene eliminati.

Così pure si direbbe per la reazione dello *Zinco* (metallo biatomico), sull' Acido Idroclorico: infatti, atteso appunto la capacità di saturazione di questo radicale metallico, si ha che *ogni atomo di esso*, agirà sempre sopra *due molecole* dell'Idracido; e perciò avremo 2 HCh $+$ Zn″ $=$ (Zn″) $Ch^2 + H^2$, ossia che i *due residui molecolari* dell' acido $=$ ( ) Ch $+$ ( ) Ch, vengono uniti, o *condensati* in un gruppo solo per mezzo

del radicale *biatomico*, Zinco, che vi tiene il posto di due atomi d'Idrogene eliminati.

Allo stesso modo si può addimostrare la condensazione dei rispettivi tipi primitivi, anche pei composti poliatomici Organici. A tale scopo sceglierò come esempio l'*Alcole diatomico* appartenente all' *Etilene*, e che studieremo a suo luogo sotto il nome di *Alcole Etilenico* o *Glicole* $= C^2H^6O^2$. I cenni che esporrò intorno alla sua formazione conducendoci gradatamente, e per più rapporti, alla dimostrazione, così un tale esempio ci riescirà viepiù istruttivo per l'applicazione dei *tipi fondamentali*, *semplici e multipli*, ai composti Organici. — La formola razionale di quest' Alcole abbiamo già accennato essere $\left.\begin{matrix}(C^2H^4)''\\ H^2\end{matrix}\right\} O^2$, e perciò rapportarsi a due molecole condensate di Aqua $= \left.\begin{matrix}H^2\\ H^2\end{matrix}\right\} O^2$. — Il processo con cui si prepara, è costituito da una serie di successive riazioni, delle quali tutte parleremo all'uopo. Per ora dirò soltanto che per esse si giunge ad ottenere un prodotto intermedio che conosceremo a suo tempo sotto il nome di *Etere Acetico del Glicole, o Glicole diacetico* $= C^6H^{10}O^4$.

Questo corpo, in ultima analisi non rappresenta altro che due *residui molecolari* $= 2\ C^2H^3O^2$, d'un acido organico monoatomico, l'acido Acetico $= C^2H^4O^2 = C^2H^3O^2 + \underbrace{H}_{\text{Idrogene metallico}}$, rimasti dopo l'eliminazione del rispettivo Idrogene metallico, e che stanno uniti fra loro per l'*intervento* del *radicale biatomico*, l'Etilene $= \underbrace{\left.\begin{matrix}C^2H^3O^2\\ C^2H^3O^2\end{matrix}\right\}}_{\text{residui di due molec. d'acido acetico}} \underbrace{(C^2H^4)''}_{\text{etilene}}$

Ora è ben naturale che queste *due molecole* d'acido Acetico, avendo, perduto ognuna, un'atomo d' Idrogene, si *decomporrebbero* completamente, se il *vuoto* formatosi non fosse immediatamente *riempito* colla sostituzione del Radicale biatomico *Etilene;* per cui così ne deve venire che i due residui molecolari si uniscano fra loro, formando un gruppo unico, o *molecola condensata* tenuta insieme a mezzo dell' Etilene stesso che vi rimpiazza i due atomi di Idrogene eliminati.

Riesce frattanto facile il dimostrare ancora, che *una molecola* d' Acido Acetico $= C^2H^4O^2$, si può derivare dal *tipo semplice* Aqua, nel quale *un atomo* d' Idrogene, si trovi sostituito da un Radicale *monatomico, elettro-negativo,* conosciuto sotto il nome di *Acetile* $= C^2H^3O$, quindi la formola razionale di quest'acido sarà espressa da $\left.\begin{matrix} \underset{\text{acetile}}{C^2H^3O} \\ H \end{matrix}\right\} O$, rapportata al tipo $\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O$.

Infatti: trattando coll'*Aqua* il Cloruro d'Acetile $= \left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ Ch \end{matrix}\right\}$, (che non è altro che acido Acetico, $\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ H \end{matrix}\right\} O$, in cui un atomo di Cloro tiene il posto del residuo HO dell' Aqua), si ottiene l' Acido Acetico: ossia si opera veramente l'accennata sostituzione, espressa dalla formola razionale di quest' acido.

$$\underset{\text{cloruro d' acetile}}{\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ Ch \end{matrix}\right\}} = C^2H^3O \; \ldots\ldots\ldots + Ch$$

$$\underset{\text{aqua}}{\underline{\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O}} = \underline{H\}O} \; \ldots\ldots + \underline{H}$$

$$\underset{\text{acido acetico}}{\underline{\left.\begin{matrix} \underset{\text{acetile}}{C^2H^3O} \\ H \end{matrix}\right\} O}} \qquad + \qquad \underset{\text{acido idroclorico}}{\underline{H\ Ch}}$$

Per cui dietro tutto ciò risulta adunque, per rispetto al *Glicole Diacetico*, che l'unione, o *condensazione*, operata dall'Etilene sui due residui molecolari ($2\ C^2H^3O^2$) di Acido acetico, come accennammo più sopra, la potremo in modo più razionale rapportare a *due* molecole d'Aqua, e quindi esprimerla nel seguente modo:

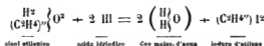
$$\underbrace{\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ C^2H^3O \\ (C^2H^4)'' \end{matrix}\right\} O^2}_{\text{glicole diacetico}} \qquad \underbrace{\left.\begin{matrix} H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^2}_{\text{tipo multiplo}};$$

ossia una molecola *doppia* di Aqua, nella quale *due* atomi d'*Idrogene* sono rimpiazzati da *altrettanti* di *Acetile*, e gli *altri due* dal *radicale biatomico Etilene.*

Ora niente di più agevole che *dimostrare* direttamente la *derivazione* dell'Alcole Etilenico $C^2H^6O^2$ dal tipo condensato $\left.\begin{matrix} H^2 \\ H^2 \end{matrix}\right\} O^2$, il cui residuo $\left.\begin{matrix} H^2 \\ (\ ) \end{matrix}\right\} O^2$, è tenuto unito dal *Radicale diatomico Etilene;* Infatti possiamo dal gruppo $\left.\begin{matrix} 2\ C^2H^3O \\ (C^2H^4)'' \end{matrix}\right\} O^2$, successivamente eliminare i *due* atomi d'*Acetile*, e l'*Etilene*, e rimpiazzarli tutti colla quantità *corrispondente* d'Idrogene; in modo tale da avere dapprima l'Alcole Etilenico, e poscia da questo passare in ultimo *al suo tipo Aqua.* La *prima* di queste due sostituzioni si ottiene trattando l'*Etilene diacetico* coll'Idrato di Potassa, come si può rilevare dalle seguenti equazioni:

$$\underbrace{2\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ (C^2H^4)'' \end{matrix}\right\} O^2}_{\text{glicole diacetico}} + \underbrace{2\left(\left.\begin{matrix} H \\ K \end{matrix}\right\} O\right)}_{\text{idrato di potassa}} = \underbrace{2\left(\left.\begin{matrix} C^2H^3O \\ K \end{matrix}\right\} O\right)}_{\text{due molec. d'acetato di potassa}} + \underbrace{\left.\begin{matrix} H^2 \\ (C^2H^4)'' \end{matrix}\right\} O^2}_{\text{alcole etilenico}}$$

La *seconda* trasformazione si effettua facendo reagire fra loro l' acido *Idroiodico*, e l'alcole *Etilenico* infatti:

$$\underbrace{\left.\begin{matrix} H^2 \\ (C^2H^4)'' \end{matrix}\right\} O^2}_{\text{alcol etilenico}} + \underbrace{2\ HI}_{\text{acido idriodico}} = \underbrace{2\left(\left.\begin{matrix} H \\ H \end{matrix}\right\} O\right)}_{\text{due molec. d'aqua}} + \underbrace{(C^2H^{4''})\ I^2}_{\text{ioduro d'etilene}}$$

Inoltre questi diversi risultati dell' esperienza ci fanno vedere che l' *idea dei tipi condensati* non è una mera speculazione scientifica: ma che anzi si trova ad un tempo in armonia e colla logica, e coi fatti: soltanto è d' uopo ammettere nel caso nostro, che la *condensazione del tipo primitivo avvenga all' atto della reazione chimica;* e di più che il suo grado debba essere subordinato a quello dell' *atomicità* del radicale *sostituente*. D' altra parte poi conosciamo *un altro fatto*, che accade anch' esso *soltanto al momento della combinazione chimica*, cioè *la divisione della molecola ne' suoi atomi*; sebbene questi non si possano ottenere isolati da essa e liberi, ciò nullostante non è per questo meno stabilito dalla scienza la divisibilità atomistica, operata dalle forze Chimiche sulla molecola.

Quanto ho detto sul glicole s' intende esteso a tutti gli altri corpi organici biatomici; come pure credo inutile citare esempi anche di composti *triatomici*, *tetratomici* ecc. per dimostrare la loro derivazione da tipi *tre*, *quattro volte* condensati; giacchè non farei che ripetere gli stessi ragionamenti generali che mi hanno guidato nelle considerazioni poc' anzi esposte sulla derivazione dell' Alcole Etilenico.

| Pag. | Lin. | Errori | Correzioni |
|---|---|---|---|
| 26 | 6 | 0,69: 0,062::2: X. . . . . | 0,069: 0,62:: 2: X. |
| 28 | 4 | che anche quelle cercate dei gaz. . . . . . . . . . . | che anche quelle ottenute dei gaz. |
| 34 | ult. | dedotto dalla densità . . . | dedotta dalla densità. |
| 38 | 1 | di vari altri cloruri, di Potassio . . . . . . . . . . | di vari altri cloruri: quello di Potassio. |
| 46 | 11 | (l' Eterene = $C^2H^4$) . . . | (p. es. l' Eterene = $C^2H^4$) |
| 53 | 16 | *Soltanto da una* . . . . . | *Soltanto ad una.* |
| 64 | ult. | nella *struttura molecolare.* | Sulla *struttura molecolare.* |
| 76 | ult. | (2) C = 6; $H^2$ = 12 . . | (2) C = 6; $H^2$ = 1. |
| 78 | 4 | alcole vicino, o Etilico. . | Alcole Vinico, o Etilico. |
| 81 | 10 | $\underbrace{C^2H^5I}_{\text{acido iodidrico}}$ . . . . . . . . . . | $\underbrace{C^2H^5I}_{\text{etere iodidrico}}$ |
| 86 | 7 | nel linguaggio di questa formola. . . . . . . . . . . | nel linguaggio di queste formole. |
| 94 | — | pag. 94 93 . . . . . . . . | 94 95 |
| 95 | 24 | biatonic3. . . . . . . . | biatonico). |

**NB.** Siccome in complesso non sono molti gli errori incorsi che si è creduto neccessario di notare in fine della presente memoria, e di più taluni sono troppo rilevanti *pel senso*, così la correzione è statta fatta anche a *penna* alla rispettiva pagina per maggiore comodità del lettore: Ben inteso però che l' autore risponde solo delle correzioni a *penna* corrispondenti a quelle indicate a *stampa*.

# INDICE